



Ricardo Arruda Pereira

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Aplicação da Filosofia *Lean* e da Metodologia TRIZ numa Lavandaria Industrial

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna
Guitiss Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor José Fernando Gomes Requeijo
Arguente: Prof. Doutor Paulo Miguel Nogueira Peças
Vogal: Prof. Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2019

Aplicação da Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ numa Lavandaria Industrial

Copyright © Ricardo Arruda Pereira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, os meus agradecimentos à Professora Doutora Helena Navas pela disponibilidade, orientação e apoio que sempre demonstrou no decorrer desta dissertação.

Ao Victor Rodrigues, chefe de produção e Engº José Pedro, diretor de Produção da Elis Porto Alto, um muito obrigado por todos os meios disponibilizados no decorrer do estudo, pelo apoio, pelas sugestões e por todo o conhecimento que me foi transmitido.

Quero agradecer também a todos os colaboradores da empresa, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

Aos meus pais e irmão por todo o apoio, incentivo, compreensão e carinho que me deram no decorrer desta etapa.

Por fim, quero agradecer a todos os meus amigos e colegas que sempre me apoiaram.

Resumo

A globalização e os sucessivos aumentos dos fluxos económicos, industriais e sociais, resultaram numa crescente exigência dos mercados que acabou por forçar as organizações a procurar, mais que uma adaptação, uma nova forma de atuação. É neste contexto que surge a necessidade de adoção de métodos e estratégias que unem inovação e criatividade para possibilitar o crescimento, gradual e equilibrado, com a capacidade de resolução de problemas no seio das organizações. Apenas perante este tipo de adaptabilidade é possível, atualmente, assegurar a subsistência e competitividade nos vários sectores de atuação.

Neste contexto organizacional, no qual a procura de melhoria contínua é uma necessidade ininterrupta, importa destacar o impacto das técnicas da filosofia *Lean* na identificação de desperdícios e na sua redução/eliminação para os vários sectores das diversas organizações.

O presente estudo foi realizado numa unidade de lavandaria industrial e neste contexto, foi delineado como objetivo primordial o desenvolvimento de estratégias, ferramentas e formas de atuação, que visassem a melhoria do circuito de lavagem de roupa com a supressão de desperdícios e consequentemente o aumento da produtividade.

Com base na filosofia *Lean* foi possível analisar o processo e identificar os problemas/desperdícios. Os problemas mais significativos identificados estão associados às paragens de produção que comprometiam a eficácia e a capacidade de resposta da organização.

Com a aplicação do modelo proposto, foi possível à empresa a melhoria dos processos de uma das secções da fábrica, delineando estratégias e soluções com aplicação simples e imediata, como ferramentas do *Lean* (SMED, 5S e gestão visual), aliadas a técnicas do TRIZ (Modelo Substância-Campo), o que, consequentemente, resultou numa redução dos tempos de paragem de 19% para 6,2%, e no aumento da produtividade da linha de produção de 60% para 77%.

Palavras-chave: *Lean*, TRIZ, Desperdício, 5S, Produtividade, Resolução de Problemas

Abstract

The globalization and its successive increase in economic, industrial and social flows have resulted in a growing demand from markets that has forced organizations to search more than an adaptation but a new form of action. It is in this context that the need arises for the adoption of methods and strategies that combine innovation and creativity to enable gradual and balanced growth with the capacity to solve problems in the environment of organizations. Only in face of this kind of adaptability it is possible today to ensure subsistence and competitiveness in several sectors of performance.

In this organizational context, which the demand for continuous improvement is an uninterrupted need, it is important to highlight the impact of *Lean* philosophy techniques in the identification of waste and reduction / elimination for the several sectors of the diverse organizations.

This study was performed in an industrial laundry unit and, in this context, the development of strategies, tools and ways of operation, aimed at the improvement of the laundry circuit with the elimination of waste and consequently the increase of productivity.

Based on the *Lean* philosophy it was possible to analyze the process and identify the problems / wastes. The most significant problems identified are associated with production stops that compromise the effectiveness and response from the organization.

With the application of the proposed model, it was possible for the company to improve the processes of one of the sections of the factory, outlining strategies and solutions with simple and immediate application, such as *Lean* tools (SMED, 5S and visual management), combined with TRIZ (Substance-Field Model), which consequently resulted with the reduction of the stopping time from 19% to 6.2%, and an increase in production line productivity from 60% to 77%.

Keywords: *Lean*, TRIZ, Waste, Innovation, Productivity, Problem Solving.

Índice de Matérias

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento e objetivos do estudo.....	1
1.2. Metodologia do estudo	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
2. Filosofia <i>Lean</i> e Metodologia TRIZ.....	5
2.1. Filosofia <i>Lean</i>	5
2.1.1. Fundamentos, origem e princípios do <i>Lean</i>	6
2.1.2. Desperdícios, benefícios e limitações do <i>Lean</i>	8
2.1.3. Ferramentas analíticas do <i>Lean</i>	10
2.1.4. Outras ferramentas	16
2.2. Metodologia TRIZ.....	19
2.2.1. Origem, evolução histórica e definição da TRIZ	20
2.2.2. Características e Conceitos Fundamentais do TRIZ	23
2.2.3. Ferramentas e Técnicas TRIZ	28
3. Estudo de Caso	35
3.1. Modelo Proposto	35
3.2. A Empresa: Elis.....	36
3.2.1. Origem da Elis, missão, visão e valores	36
3.2.2. Caracterização de serviços e da Unidade Fabril do Porto Alto	39
3.2.3. Caracterização do processo de lavagem dos “turcos”	41
3.3. Identificação de Problemas/Desperdícios e Oportunidades de Melhoria	44
3.3.1. Paragem de produção: mudança de série – desperdício com o transporte	45
3.3.2. Paragem de produção: mudança de série – troca de programa de dobragem.....	47
3.3.3. Paragem de produção: “introdução na receção” – atividades desnecessárias.....	48
3.4. Propostas de Melhoria	49
3.4.1. Redução dos tempos de paragem por Mudança de Série	49
3.4.2. Redução dos tempos de paragem por “Introdução na Receção”	57
3.4.3. Outras propostas de melhoria.....	60
3.5. Discussão de Resultados.....	65
4. Conclusão e trabalhos futuros	69
4.1 Propostas para trabalhos futuros	70
Referências Bibliográficas	70
Anexos.....	75
Anexo A - <i>Layout</i> parcial da fábrica	75
Anexo B - Relatório Semana 8 da Máquina Dobradora 2.....	76
Anexo C - Diagrama de esparguete.....	77

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Princípios <i>Lean</i>	7
Figura 2.2 - Resumo das cinco etapas do 5S	11
Figura 2.3 - Fases de Implementação do SMED	13
Figura 2.4 - Influência das perdas no OEE	15
Figura 2.5 - Exemplo do Diagrama de Ishikawa	17
Figura 2.6 - Representação simplificada de um fluxograma.....	18
Figura 2.7 - Exemplo de um Diagrama de Esparguete.....	19
Figura 2.8 - Processo de resolução geral de problemas	21
Figura 2.9 - Ciclo de vida de um sistema.....	26
Figura 2.10 - Modelo Substância Campo de um sistema completo	29
Figura 2.11 - Sistema incompleto.....	30
Figura 2.12 – Sistema completo insuficiente ou ineficiente	31
Figura 2.13 - Sistema completo com efeito prejudicial	31
Figura 2.14 - Solução Geral 1	32
Figura 2.15 - Solução Geral 2	32
Figura 2.16 - Solução Geral 3	33
Figura 2.17 - Solução Geral 4	33
Figura 2.18 - Solução Geral 5	33
Figura 2.19 - Solução Geral 6	34
Figura 2.20 - Solução Geral 7	34
Figura 3.1 - Modelo proposto	35
Figura 3.2 - Evolução do logotipo da Elis.....	37
Figura 3.3 - Organograma fábrica Porto Alto	40
Figura 3.4 - Representação esquemática do circuito de lavagem dos Turcos.....	42
Figura 3.5 - Diagrama de Ishikawa relativamente às paragens de produção	45
Figura 3.6 - <i>Layout</i> da seção dos turcos nos processos de secagem, dobragem e arrumação	46
Figura 3.7 - Fluxograma do processo de mudança de série	47
Figura 3.8 - Quadro de bordo das máquinas dobradoras	48
Figura 3.9 - <i>Layout</i> da seção após aplicação das técnicas <i>Seiri</i> e <i>Seiton</i>	52
Figura 3.10 - Sistema completo com efeito prejudicial	53
Figura 3.11 - Modificação da Substância S2	53
Figura 3.12 - Novo fluxograma do processo de troca das banheiras	54
Figura 3.13 - Representação gráfica do número de peças processadas por semana	56
Figura 3.14 - Programação de atalhos dos programas de dobragem	56
Figura 3.15 - Sistema 2 completo com efeito prejudicial	58
Figura 3.16 - Modificação da Substância S3	58
Figura 3.17 - Sistema Ineficiente.....	59

Figura 3.18 - Introdução de um novo campo	59
Figura 3.19 - <i>Layout</i> atual células da D5	64
Figura 3.20 - Proposta de <i>Layout</i> das células da D5	64
Figura 3.21 - Representação gráfica dos resultados obtidos	66
Figura 3.22 - Representação gráfica dos resultados obtidos do somatório das cinco máquinas ...	67

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Simbologia utilizada nos fluxogramas.....	18
Tabela 2.2 - Níveis Inventivos de Altshuller	22
Tabela 2.3 - Simbologia utilizada nos modelos substância-campo	30
Tabela 2.4 - Classes das soluções-padrão	Erro! Marcador não definido.
Tabela 3.1 - Marcos históricos na internacionalização da Elis	37
Tabela 3.2 - Resultados da semana 8 das máquinas dobradoras	44
Tabela 3.3 - Novo procedimento de trabalho de trocas das banheiras	54
Tabela 3.4 - Estudo da Humidade da coleção Luxo	61
Tabela 3.5 - Resumo do estudo Humidade Colecções Holmes Place e Ibis	62
Tabela 3.6 - Resumo do mês de janeiro	65

Lista de Siglas e Abreviaturas

D1 - Máquina Dobradora 1

D2 - Máquina Dobradora 2

D3 - Máquina Dobradora 3

D4 - Máquina Dobradora 4

D5 - Máquina Dobradora 5

HR - Humidade Relativa

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

TRIZ - Teoria Inventiva de Resolução de Problemas

Simbologia

\bar{X} - Média Aritmética

Σ - Somatório

1. Introdução

O presente capítulo tem como objetivo fazer uma primeira abordagem ao tema alvo de estudo “Aplicação da Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ numa Lavandaria Industrial” identificando e apresentado um enquadramento do tema e objetivos delineados, a metodologia do estudo, bem como a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento e objetivos do estudo

Por força dos constantes e múltiplos avanços tecnológicos – com impacto direto na indústria, comércio e serviços – criaram um ambiente empresarial de elevada competitividade. Este tecido de constante exigência fez com que as organizações passem a sentir necessidade persistente de implementação de novas metodologias e estratégias que, ao serem complementares aos métodos tradicionais de gestão, proporcionassem uma vantagem adicional face aos concorrentes do setor de mercado. Este contexto de procura serviu como agente despoletador do aparecimento de um campo fértil de estudo para teóricos e académicos.

Perante a necessidade de abordagens metodológicas inovadoras, relacionadas com a otimização dos sistemas de produção, tendo em vista a eficiência e eficácia, a investigação tornou-se imperativa para a subsistência do tecido organizacional. Mais do que argumentos teóricos, os resultados das inúmeras investigações neste campo revelaram-se da maior relevância – filosofias inovadoras como o *Lean*, por exemplo, têm apresentação resultados satisfatórios, tornando-se ferramentas populares às quais cada vez mais organizações recorrem.

A filosofia *Lean* centra-se na redução, ou mesmo, e se possível, na eliminação total de desperdícios. Para isso, são identificadas as atividades ou processos que não acrescentam qualquer valor ao produto, sendo a produção agilizada e otimizada, enquanto, em simultâneo, os custos são reduzidos e a qualidade final do produto é ampliada. Importa, no entanto, referir, que as técnicas e ferramentas analíticas do método *Lean* ampliam o campo de atuação e seus resultados positivos, quando utilizadas em conjunto com instrumentos de outras metodologias. (Womack *et al.*, 2007). Esta complementaridade é essencial para a inovação sistemática e melhoria nas várias áreas funcionais das empresas, num ciclo de processos que precisa também do poder da criatividade. Longe de fazer parte de um universo abstrato, é esta componente que permite a adaptação às necessidades reais e atuais das organizações – novos desafios significam problemas não convencionais que exigem formas de resolução numa ótica de “fora da caixa”. É neste contexto que se torna necessário referir ainda a metodologia TRIZ (Teoria Inventiva de Resolução de Problemas), como uma ferramenta essencial neste contexto de fluxo contínuo de criação de soluções.

Esta dissertação foi elaborada no contexto de um estudo realizado na empresa internacional Elis, na sede portuguesa, em Porto Alto, empresa líder de mercado no sector de aluguer e manutenção

de roupa de cama, casas de banho e restauração. A presente investigação foca-se essencialmente nos processos pós-secagem, uma vez que foi nesta unidade que foi identificada a existência de maiores desperdícios. Estes, ainda que, à partida, aparentemente inócuos, eram responsáveis por um decréscimo da produtividade dessa unidade, devido à sua repetição contínua e constante. Perante este desafio, foi delineado um plano de atuação que passou pela identificação do problema, definição das estratégias de resolução, implementação das mesmas e, por fim, posterior análise de resultados.

O principal objetivo deste estudo teve como base o incremento do OEE - *Overall Equipment Effectiveness*, na lavandaria industrial de Porto Alto da empresa internacional Elis, empresa líder de mercado no sector de aluguer e manutenção de roupa de cama, casas de banho e restauração. Para tal, foi requerido à empresa alguns dados relacionados com a produtividade global da fábrica, e após análise foi possível identificar como principal problema as paragens de produção das máquinas responsáveis por efetuar a dobragem da roupa no processo pós secagem.

Ao objetivo principal deste trabalho foram complementados os seguintes objetivos:

- Identificar as fontes de desperdício que mais contribuem para os baixos valores do OEE no processo indicado;
- Sugestão de propostas de melhoria que conduzam a um aumento de produtividade do processo;
- Identificar oportunidades de melhoria.

Perante o contexto indicado, optou-se pela utilização conjunta dos instrumentos que a filosofia *Lean* proporciona e o recurso ao TRIZ. A escolha destas duas ferramentas fundamentou-se no interesse do autor em aplicar em contexto real conhecimentos teóricos, adquiridos no enquadramento universitário.

1.2. Metodologia do estudo

Após a definição das premissas e objeto de estudo da presente dissertação, importou definir e detalhar a estratégia metodológica escolhida. A metodologia adotada tem como base a combinação dos conceitos associados à filosofia *Lean* e à metodologia TRIZ.

Iniciou-se o estudo com uma análise exaustiva aos processos produtivos e organizacionais e outras práticas de gestão existentes na empresa. A análise foi efetuada através de observação direta e com recurso a dados facultados pela empresa. Durante este período, foi possível conhecer e compreender as etapas e operações do processo em estudo.

Numa segunda fase, foi realizado um trabalho de terreno, com envolvimento direto, com o objetivo de identificar e analisar os problemas/desperdícios associados ao processo produtivo tendo em conta os princípios do *Lean*, o seu impacto na produtividade da secção em estudo e identificação de oportunidades de melhoria. Nesta fase, recorreu-se ao indicador de produção OEE, facultados

pela empresa nos relatórios semanais das máquinas, e foi possível quantificar a eficiência dos equipamentos de dobragem, bem como identificar as paragens de produção que mais afetavam este valor.

A seguir, foi elaborado um modelo de melhoria de processos internos para empresas industriais, baseado na aplicação integrada de algumas ferramentas e metodologias e implementadas diretamente no terreno, em que algumas delas aplicadas com sucesso e outras a serem aplicadas a curto prazo ou mesmo no imediato. Nesta etapa, recorreu-se às ferramentas do *Lean*, nomeadamente o SMED, 5S, Trabalho padronizado e gestão visual, conjuntamente com a metodologia TRIZ, mais concretamente análise substância-campo, que permitiram a reorganização do processo de dobragem dos “turcos”, levando a uma diminuição dos tempos de paragens de máquina, e consequentemente o aumento do OEE.

1.3. Estrutura da Dissertação

A presente investigação é composta por quatro capítulos, cada um com respetivas subdivisões. O primeiro capítulo diz respeito à introdução ao tema, no qual são explicados o enquadramento e objetivos que levaram à escolha da temática. Adicionalmente, é também nesta fase que é definida a metodologia utilizada e é apresentada a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, pretendeu-se assimilar os conceitos analíticos associados às palavras-chave que formulam o tema. É neste momento que se realiza uma introdução aos conceitos relacionados com as filosofias de gestão *Lean* e metodologias TRIZ, tendo como objetivo estabelecer uma base de conhecimento que permitirá compreender melhor todas as fases do processo de implementação das alterações sugeridas na proposta apresentada. Para o efeito foi elaborada uma exaustiva revisão de bibliografia sobre ambos.

O terceiro capítulo dedica-se ao estudo de caso, em que inicialmente é descrito o Modelo que servirá de base ao longo do caso de estudo, e logo de seguida é caracterizada a organização que foi objeto do caso de estudo, onde é apresentado o contexto da ELIS: história, missão, visão e valores, organização e serviços prestados e de seguida uma descrição detalhada de todo o processo. Ainda neste capítulo, é feita uma análise ao processo alvo de estudo, em que são identificadas as oportunidades de melhoria, bem como as propostas de melhoria, recorrendo às ferramentas e metodologias apresentados no segundo capítulo. Por fim, este capítulo apresenta os resultados obtidos do trabalho desenvolvido.

O presente estudo termina no quarto capítulo, no qual são apresentadas as considerações finais, assim como, a apresentação de propostas de medidas a implementar.

No final encontra-se ainda as Referências Bibliográficas e os Anexos.

2. Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ

Neste capítulo são apresentados e aprofundados os temas abordados, nomeadamente as bases do pensamento *Lean* e da Metodologia TRIZ, incidindo nos princípios e ferramentas inerentes a estes conceitos.

2.1. Filosofia *Lean*

A melhoria contínua passou a fazer parte dos objetivos principais de qualquer organização, assumindo-se como um elemento de desenvolvimento sistemático. Mais do que surgir de forma imprevisível, sabe-se, atualmente, que é a base do sucesso e deve integrar-se no tecido organizacional como uma atividade planeada e gerida. É, assim, apenas natural que as empresas procurem, cada vez mais, soluções que permitam, a par da inovação, o planeamento e programação de atividades.

Os resultados positivos deste tipo de abordagem são notáveis, quer ao nível da produtividade, como da motivação dos próprios recursos humanos. Entre as soluções que importam destacar nesta área, focamos a filosofia *Lean*. Baseada na busca sistemática de uma contínua melhoria de processos, através da redução dos desperdícios e subsequente aumento de eficiência, a filosofia *Lean*, pode ser aplicada em praticamente todas as áreas e atividades funcionais de empresas, tornando-as mais eficientes e competitivas (Navas, 2011).

Esta abordagem, cujo ponto-chave é a noção de que nenhuma atividade deverá ser realizada a não ser que se crie valor para o cliente, tem sido adotada por diversos setores industriais, que a preferem aos métodos tradicionais, orientados apenas para a redução dos desperdícios e para a diminuição de custos (Navas, 2011).

O grande foco da filosofia *Lean* localiza-se no fluxo do valor. É este ponto, que garante a otimização de todos os processos (e não apenas uma parcela das atividades), já que tem como principal objetivo a maximização do valor e simultânea eliminação dos desperdícios. Falamos, então, de uma abordagem mais completa, com um maior impacto na organização (Womack & Jones, 2003). De acordo com Navas (2011) “a ideia é fazer o valor circular continuamente pela organização toda, incluindo todas as atividades”.

Ainda que mais extensa, este tipo de filosofia recorre a soluções relativamente simples que, no entanto, são capazes de alcançar melhorias profundas – até porque a sua aplicabilidade é possível em todos os elos de uma cadeia de abastecimento ou noutras áreas, como é o exemplo dos serviços. Contudo, importa ter em conta que, numa fase mais avançada do processo, exige também um número crescente de soluções verdadeiramente inovadoras, podendo ser necessário proceder a mudanças radicais (Navas, 2011).

Em suma, e como abordado anteriormente, é imperativo que as organizações estejam prontas para à mudança, uma vez que, só assim é possível a implementação eficaz deste tipo de filosofia. Menos desperdício, maior produtividade e valor associado acarretam consigo a necessidade de adaptação e a negação constante de uma política de estagnação face aos desafios diários.

2.1.1. Fundamentos, origem e princípios do *Lean*

A filosofia “*Lean manufacturing*”, ou simplesmente *Lean*, tem origens no seio da indústria japonesa, enquadramento no qual surgiu, na década de 1940. Taiichi Ohno, diretor de produção da Toyota Motor Company criou a filosofia com um objetivo claro: produzir um fluxo contínuo, que não dependesse de longos ciclos produtivos nem de elevados *stocks* para ser eficiente. Uma realidade muito diferente daquela que até então se verificava com a produção em massa (Womack, *et al.*, 2007).

Originalmente denominado de Toyota Production System, o termo *Lean* viria a ser cunhado pela primeira vez por John Krafcik, em 1988, no artigo *Triumph of the Lean Production System*, baseado na sua tese de mestrado concluída no MIT Sloan School of Management (Krafcik, 1988).

Importa compreender que, na origem da criação deste tipo de filosofia, estiveram as grandes diferenças que, na época, distinguiram a indústria ocidental da oriental. Se a primeira era caracterizada por um tipo de produção em larga escala e pela pouca diversidade de produtos, a segunda, com uma dimensão de mercado mais pequena, não suportava a abordagem tradicional em massa. Foi esta realidade dispar que levou Eiji Toyoda, fundador da Toyota Motor Company, e o seu diretor de produção, Taiichi Ohno, a procurar uma solução de gestão que permitisse reduzir os desperdícios, e cuja eficiência fosse comparável à da produção em massa. Nasce assim o TPS – *Toyota Production System*: uma abordagem direcionada para o mercado japonês, caracterizada pela adoção do sistema Pull. Com um enfoque apenas nos elementos agregadores de valor, passava-se, assim, a produzir apenas o que era solicitado, reduzindo todos os desperdícios (Womack, *et al.*, 2007).

Sucesso e crescimento foram as palavras a ficar marcadas no legado pós-implementação do TPS na Toyota, realidade que chamou a atenção internacional para o sistema que, nas últimas décadas, tem visto as suas variantes adotadas por empresas e organizações um pouco por todo o mundo.

Segundo Womack & Jones (2003) a filosofia *Lean* baseia-se em cinco princípios fundamentais (Figura 2.1).

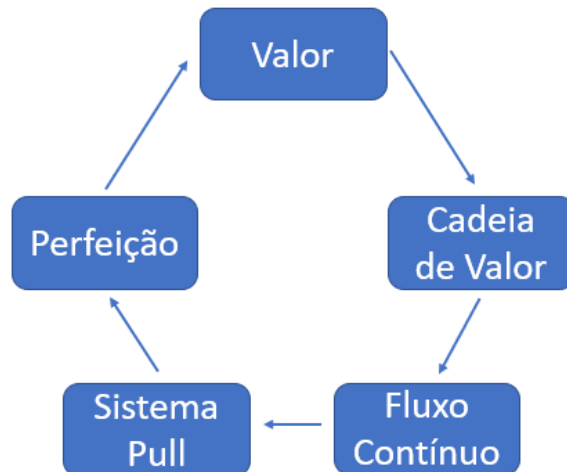


Figura 2.1 - Princípios *Lean*
(adaptado de Womack & Jones, 2003)

Valor:

Entendido como o preço que o cliente está disposto a pagar pelo produto que pretende. Sob esta perspectiva, é o fabricante quem deve ser capaz de identificar as funcionalidades e características do produto, assim como, as expectativas que o cliente tenha em relação ao mesmo. Adicionalmente, o fabricante deverá ter também em consideração os requisitos de qualidade, da quantidade, do tempo de produção e do serviço (Womack & Jones, 2003).

Cadeia de Valor:

De seguida, é identificado e analisado o fluxo de valor, para cada produto. Esta ação pressupõe a definição e análise de uma sequência de processos. Na Cadeia de Valor devem ser identificadas: (1) as atividades que efetivamente acrescentam valor ao produto; (2) aquelas que não agregando qualquer valor, são, no entanto, fundamentais para a manutenção da qualidade do mesmo; (3) e, finalmente, as atividades supérfluas, ou seja, aquelas que não acrescentando nenhum valor, deverão ser eliminadas (Womack & Jones, 2003).

Fluxo:

Num terceiro momento, é estabelecido um Fluxo Contínuo de Valor. Após estar identificada a Cadeia de Valor e seus desperdícios associados, deve ser criado um fluxo contínuo e fluído, capaz de produzir somente o que é necessário – ou seja, cuja atuação seja sentida somente quando houver um pedido de um cliente. Este fluxo evitará o surgimento de problemas relacionados com a acumulação de *stocks* (Womack & Jones, 2003).

Sistema Pull:

A implementação do sistema Pull tem como objetivo produzir apenas aquilo que o cliente pretende. Este sistema permite que sejam os clientes, e não o fabricante, a liderar os processos de produção, evitando assim a acumulação de *stocks*. Deste modo, só é produzido o necessário, em timings de otimização, ou seja, aquilo que o cliente deseja, quando efetivamente o deseja (Womack & Jones, 2003).

Perfeição:

Este princípio defende que a organização deve ter como objetivo principal procurar melhorar continuamente os processos e o sistema de funcionamento. Aqui, tentar alcançar a perfeição nos processos de eliminação de desperdícios e apostar na criação de valor permite, à organização, reduzir todas as atividades supérfluas. Nos processos, ficam apenas presentes aquelas que acrescentam valor (Womack & Jones, 2003).

2.1.2. Desperdícios, benefícios e contrapartidas do *Lean*

Segundo Pinto (2009), a perspetiva da Toyota a principal mais-valia do método *Lean* consiste na redução de três tipos de resíduos:

- *Muda*, que em japonês significa desperdício, mas que aqui é entendido como "sem valor agregado" – ou seja, qualquer atividade que consome recursos, sejam eles materiais, humanos ou financeiros, mas que não acrescenta qualquer valor ao produto;
- *Muri*, ou seja a "sobrecarga";
- *Mura*, que aqui pode ser entendido como "desigualdade" ou "desequilíbrio".

Neste contexto, Melton (2005) defende que um dos elementos fundamentais para uma empresa poder atingir uma sustentabilidade a longo prazo consiste na correta identificação dos desperdícios, facto que pode representar uma significativa redução de custos.

Já Suzaki (1987) identifica sete tipos de desperdícios:

1 - Sobreprodução:

Um dos desperdícios mais comuns no processo fabril e também um dos mais prejudiciais. Verifica-se sempre que a produção é superior à procura de mercado. Uma produção desmesurada resulta num consumo desnecessário de matérias-primas e em *stocks* excessivos que requerem uma maior capacidade de armazenamento e de transporte. Neste tipo de situação ocorre ainda um maior consumo de mão-de-obra, necessária para gerir e controlar esse processo (Suzaki, 1987).

2 - Tempo de espera:

Segundo Suzaki (1987) o tempo de espera é um tipo de desperdício relativamente fácil de identificar. Este verifica-se sobretudo quando os recursos humanos e os equipamentos não ficam imediatamente disponíveis aquando da necessidade. Estas paragens, provocadas frequentemente por avarias de equipamentos, mudança de ferramentas, ou falta de recursos humanos e materiais, motivados por um planeamento ineficaz, resultam na perda de produtividade do sistema.

3 - Desperdício com o transporte:

Este desperdício resulta de um mau planeamento nas operações de manuseamento dos produtos. Esta é uma atividade que, apesar de necessária não acrescenta valor, realidade que exige a implementação de melhorias na forma como é realizada a arrumação e a organização dos locais de trabalho, assim como, a escolha dos métodos de transporte. Tudo isto, com um único e semelhante objetivo primordial: o de eliminar desperdícios (Suzaki, 1987).

4 - Processamento incorreto ou sobre processamento:

Para Suzaki (1987), o próprio processo, em si, assume-se como uma fonte de problemas. Processamentos incorretos consomem recursos de forma desnecessária, sem que seja gerado valor. Para evitar estes desperdícios, que originam perdas de produtividade, é imperativa a certificação de que a execução do trabalho e a utilização do equipamento é feita de forma adequada.

5 - Stocks:

Um stock elevado significa a acumulação de materiais, componentes e produtos de forma desnecessária. O armazenamento de *stocks* consome recursos valiosos, em termos de espaço (para arrumação) e mão-de-obra (para o seu manuseamento), o que aumenta o custo do produto (Suzaki, 1987).

6 - Atividades desnecessárias:

A existência de atividades ou movimentos desnecessários consubstancia um desperdício, que não acrescenta qualquer valor ao produto. Este desperdício resulta de um planeamento deficiente ou inadequado da organização do trabalho (Suzaki, 1987).

7 - Defeitos:

Um produto defeituoso, ou que não está em conformidade com os padrões de qualidade pré-determinados, constitui também um desperdício, já que foram consumidos recursos humanos e materiais de forma desnecessária. Quando se verifica a ocorrência de uma tipologia de defeito num posto, os postos seguintes também podem sofrer desperdícios decorrentes dos tempos de espera.

Todos estes elementos contribuem para um aumento dos custos do produto. Por outro lado, quando os defeitos são apenas detetados pelos clientes, após a entrega do produto, poder-se-ão gerar custos acrescidos. Esta realidade tem efeitos negativos na organização, intimamente relacionados com a perda de confiança dos clientes e múltiplos custos relacionados com garantias. Ambas as situações colocam em risco não só futuras encomendas, como a própria quota de mercado (Suzaki, 1987).

Benefícios e limitações do Lean

Segundo Pinto (2009), são vários os benefícios que poderão advir da implementação da filosofia *Lean*. Entre as quais, importa destacar:

- o aumento contínuo da produtividade;
- o nível de satisfação dos clientes;
- a eficiência dos equipamentos e qualidade dos produtos;
- a redução do *lead time* das áreas ocupadas e dos acidentes de trabalho;
- a diminuição dos custos operacionais e dos tempos dos processos produtivos;
- a melhoria nos processos comunicativos e no desempenho, participação e motivação dos operários.

Estes benefícios traduzem-se no crescimento das organizações e subsequente retorno dos investimentos realizados. Contudo, e em contrapartida, a implementação desta filosofia pode encontrar algumas resistências provenientes dos recursos humanos da organização. Embora a filosofia *Lean* possa ser um fator motivador para os trabalhadores, pois aumenta o nível de exigência – apelando à participação, ao mesmo tempo em que reduz o mecanicismo das operações – a sua eficiente implementação pressupõe uma maior cooperação e um nível confiança mais elevado entre trabalhadores e administração. A juntar-se a este fator, está ainda patente uma mudança radical no processo produtivo que exige planeamento e atenção – isto porque, caso se registre o não gerar dos resultados esperados, tal situação poderá ser responsável pelo enfraquecimento das relações acima mencionadas por parte de elementos com maior resistência à mudança (Pinto, 2009).

2.1.3. Ferramentas analíticas do Lean

Metodologia 5S

Segundo Oakland (2014), a designação da metodologia 5S provém do acrónimo constituído pelos termos japoneses *Seiri* (organização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina), considerados os cinco *sensos* ou etapas (Figura 2.2). Esta metodologia foca-se nas atividades de arrumação, limpeza, organização e padronização de processos, com o objetivo de criar um ambiente de trabalho detentor das condições ideais para proporcionar uma maior produtividade.

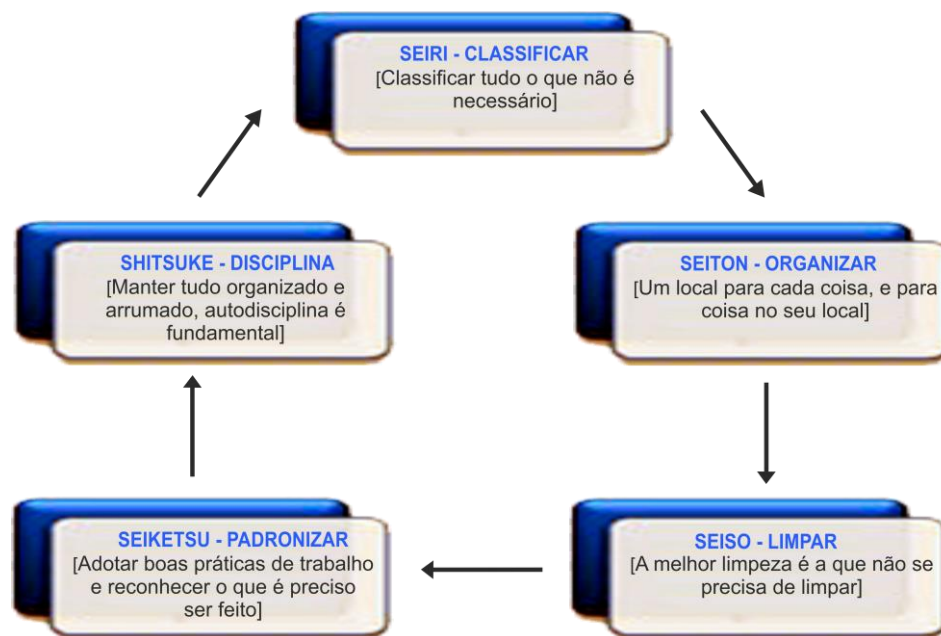


Figura 2.2 - Resumo das cinco etapas do 5S

(Adaptado de Melo & Silva, 2010)

Assim, na primeira etapa - **Seiri** – procede-se à identificação e seleção dos objetos que serão necessários para executar a tarefa e à sua separação e respetiva arrumação na zona de trabalho. A importância de efetuar esta triagem, com base na frequência de utilização, reflete-se na redução do espaço ocupado e dos próprios *stocks*, o que diminui também os custos e previne os acidentes de trabalho. Em conjunto, estas mudanças acabam por criar as condições de trabalho mais adequadas para a execução das atividades produtivas (Oakland, 2014).

Considerado como o senso de ordenação, sistematização e organização, o **Seiton** apela à organização de zonas definidas para cada objeto. Neste âmbito, este deverá ser arrumado num local pré-definido, o que possibilitará aos trabalhadores o fácil e rápido acesso, sempre que necessário. Deste modo as zonas de trabalho ficam mais funcionais, permitindo identificar, através do controlo visual, todo o material que se necessite, reduzindo o tempo de procura de ferramentas, documentos ou materiais (Oakland, 2014).

Por sua vez, o senso de limpeza - **Seiso** - consiste na eliminação das várias tipologias de sujidade que possam obstar à manutenção de um ambiente limpo, tendo em vista o conforto e segurança no desenvolvimento das tarefas. Nesta etapa são definidas regras de limpeza, assim como as áreas a ser limpas e a forma e frequência com que essa limpeza deve ser efetuada. Estas regras implicam a responsabilização de cada trabalhador pela sua área de trabalho, a qual deve ser mantida limpa e organizada de forma permanente. Com este procedimento pretende reduzir-se as perdas de matérias e manter os equipamentos em bom estado, ao proporcionar um ambiente de trabalho agradável e seguro, capaz de refletir essa mesma imagem junto dos clientes (Oakland, 2014).

O **Seiketsu**, entendido como o senso da normalização e padronização, surge no seguimento das etapas anteriores, consistindo num conjunto de procedimentos, regras e padrões que norteiem o cumprimento desses sentidos (Oakland, 2014).

Considerado como o senso da disciplina, o **Shitsuke** poderá tornar-se na etapa mais difícil de implementar. Consistindo no controlo de todos os sentidos anteriormente referidos, pretende que os mesmos, mais do que somente mantidos, possam ser melhorados. A dificuldade na sua implementação está relacionada com as resistências à mudança, usuais por parte dos recursos humanos das organizações. Deste modo, sugere-se a aplicação de mecanismos de motivação de modo a trabalhar, reduzir e eliminar essas resistências (Oakland, 2014).

Gestão visual

Entre as ferramentas disponibilizadas pela filosofia *Lean* encontra-se a gestão visual, que segundo Pinto (2009) serve para traduzir em tempo real o estado em que se encontra o sistema. Com esta ferramenta pretende-se facilitar a comunicação visual, usando-a para transmitir informações sobre os processos produtivos, as normas e regras de trabalho, a manutenção de equipamentos e as demais atividades levadas a cabo no espaço fabril.

Para que a gestão visual cumpra com os objetivos a que se propõe importa que as informações visuais estejam formuladas numa linguagem simples e acessível, de modo a que estas possam ser compreendidas por todos da mesma forma. De igual modo, é necessário permitir que haja uma certa autonomia por parte dos colaboradores de forma a responsabilizá-los pelas decisões que tomam (Pinto, 2009).

Uma vez que a gestão visual se destina a facilitar a comunicação entre os trabalhadores e os seus chefes hierárquicos, a partilha de informações deve ser feita da forma mais abrangente possível. Tratando-se de informação fundamental para o funcionamento da unidade, é imperativo que a mesma seja do conhecimento geral. Esta ferramenta deverá ter em conta dois fatores essenciais para garantir eficácia (Pinto, 2009):

- (1) a zona visual, ou seja, o local onde são colocadas as mensagens visuais;
- (2) e a documentação visual, aqui entendida como a forma em que esta informação é apresentada e disposta.

SMED – mudanças rápidas de série

As técnicas de mudança rápida de ferramenta, também designadas por *quick changeover*, têm vindo a ser desenvolvidas e aplicadas em grande parte das organizações industriais, pois constituem uma das principais ferramentas da filosofia *Lean*. A mais popular é a técnica SMED (*single minute exchange of die*) – também conhecida por mudanças rápidas de série – desenvolvida com o objetivo

de melhorar as condições dos *setups* realizados, permitindo a redução de desperdícios (Suzaki 2010). Um *setup* representa as atividades necessárias para a mudança de um lote, desde a última peça do lote anterior produzida, até à obtenção da primeira peça produzida com qualidade do lote seguinte (Shingo, 1985).

Tal como as ferramentas anteriormente descritas, e que compõem a filosofia *Lean*, esta destina-se a garantir a flexibilidade e a fluidez das operações produtivas ou de prestação de serviços ao cliente – ou seja, minimizar as perdas de eficiência, ao reduzir o tempo de *setup*. Trata-se de um método que analisa os desperdícios que ocorrem habitualmente e que são gerados quer por desorganização (de desarrumação de ferramentas ou planeamento inadequado) quer pela ausência de bom senso. (Bacci *et al.*, 2005.)

O objetivo desta análise é identificar, organizar e sequenciar as tarefas preparatórias para cada mudança, separando-as daquelas que inevitavelmente obrigam a parar o equipamento ou a interromper o serviço. Este tipo de seleção permite a implementação de técnicas para reduzir estas paragens a um tempo mínimo, aquando de uma mudança de ferramenta produtiva, da preparação de um posto de trabalho para produzir uma peça diferente, ou para prestar um serviço diferente a um cliente (Bacci *et al.*, 2005).

De acordo com Shingo (1985), as operações *setup* estão divididas em dois tipos:

- Operações internas: atividades que são efetuadas com a máquina parada (como por exemplo, a montagem ou desmontagem de ferramentas);
- Operações externas: atividades que são realizadas com a máquina em funcionamento (como por exemplo, o transporte de ferramentas).

Levando em conta estes dois tipos de operações, a aplicação da metodologia SMED deve ser implementada através de 4 fases distintas, como é apresentado na Figura 2.3 (Shingo, 1985).



Figura 2.3 - Fases de Implementação do SMED
(adaptado de Shingo, 1985)

OEE - Overall Equipment Effectiveness

A Eficácia Global do Equipamento, ou *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), insere-se no contexto da filosofia de gestão TPM (*Total Productive Maintenance*). O termo, introduzido por Nakajima

(1988), está intimamente relacionado com máquinas e equipamentos. OEE e TPM interligam-se para a criação otimizada de uma estratégia de melhoria global. A medição da primeira é, assim, essencial, de modo a que, quando associada à segunda, permita o estabelecer de objetivos de produção. Adicionalmente, permitirá ainda uma visão global da disponibilidade do processo, assim como, da eficiência do desempenho e da taxa de qualidade (Bulent *et al.*, 2000, referido por Tsarouhas, 2012).

De acordo com Samuel *et al.* (2002), o OEE é composta por um trio de importantes componentes – disponibilidade, produtividade e qualidade – e assume-se como recurso efetivo, e cada vez mais utilizado, nos sistemas produtivos. É através do OEE que poderão ser realizados o controlo e monitorização da produtividade dos equipamentos, sendo também este um indicador de desempenho e um guia para a determinação de oportunidades de melhoria.

Considera-se relevante analisar as seis principais perdas de equipamento, definidas por Nakajima (1988):

1. **Falha/falha do equipamento** – refere-se à indisponibilidade do equipamento até que se consiga repor a condição inicial;
2. **Setups e afinações** – habitualmente associadas a mudanças de produção;
3. **Pequenas paragens** – interrupções dos ciclos. Este tipo de situação é geralmente provocado por quebras intermitentes da linha de produção, problemática que gera paragens e arranques constantes;
4. **Redução de velocidade relativamente ao definido** – Dedicar-se à diferença entre cadência de produção que é estipulada e a conseguida de facto. Este panorama traduz-se na redução da velocidade dos equipamentos, fazendo com que estes continuem em operação, ocultando as reais causas do problema;
5. **Defeitos de qualidade e retrabalho** – o operador ou o mau funcionamento do equipamento poderão provocar uma produção não conforme;
6. **Perdas no arranque (start-up)** – Responsáveis pelo período de estabilização pós-momento de perda derivado a uma paragem. Esta perda surge em equipamentos com restrições técnicas que necessitem de determinadas condições de produção. Mesmo existindo produção associada, é fulcral rever os parâmetros operacionais a fim de manter ou atingir os critérios de qualidade aspirados.

Tsarouhas (2012), define as perdas (1) e (2) como “perdas de tempo de inatividade”, estas perdas são usadas para o cálculo da disponibilidade de determinado equipamento. Sendo que as perdas (3) e (4) são utilizadas como identificação de perdas de velocidade, definindo assim a eficiência de

desempenho dos equipamentos. E as perdas (5) e (6) são qualificadas como perdas de qualidade, compondo a taxa de qualidade:

$$\text{- Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de carregamento} - \text{Tempo de inatividade}}{\text{Tempo de carregamento}} \quad (2.1)$$

$$\text{- Desempenho} = \frac{\text{Quantidade processada} \times \text{Tempo de ciclo atual}}{\text{Tempo operacional}} \quad (2.2)$$

$$\text{- Qualidade} = \frac{\text{Quantidade processada} - \text{Quantidade de produtos defeituosos}}{\text{Quantidade processada}} \quad (2.3)$$

Disponibilidade, desempenho e qualidade, são três componentes necessários à determinação do valor do OEE. Este resultado é conseguido através da multiplicação dos três valores obtidos (Tsarouhas, 2012).

Fazendo o paralelismo com a linha de pensamento de Nakajima (1988), estes três pilares são diretamente influenciados pelas seis grandes perdas que este autor identifica (e que analisámos em cima), tal como é apresentado na figura 2.4.

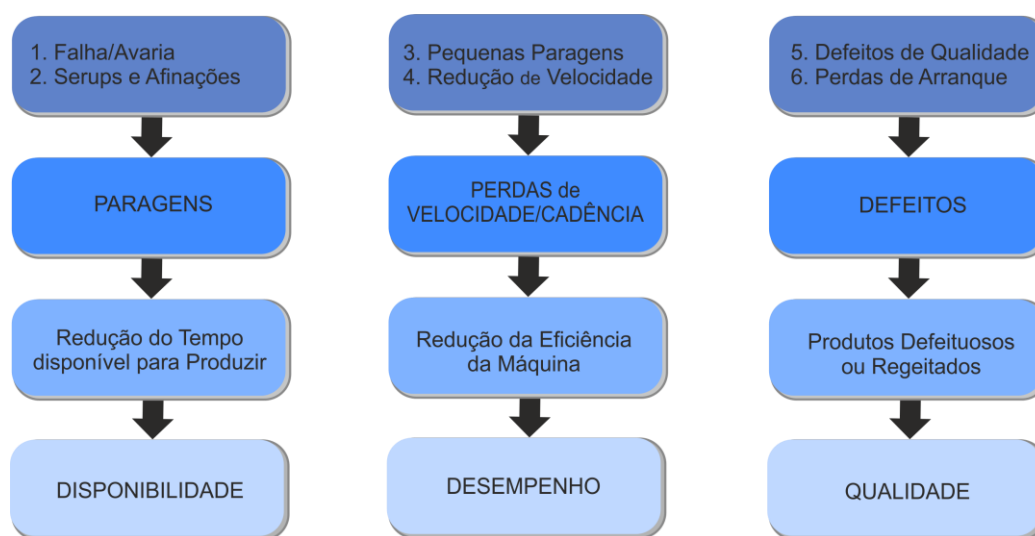


Figura 2.4 - Influência das perdas no OEE
(adaptado de Nakajima, 1998)

Por fim, importa referir que o OEE, segundo Edwards e Starr (2010), permite ainda o estudo de aspetos mais amplos da produção. Assim, mais do que disponibilidade e desempenho do equipamento, é possível identificar e analisar as lacunas de eficiência resultantes de perdas de retrabalho e de rendimento.

Normalização do Trabalho

Segundo Liker (1998) a normalização (ou padronização) do trabalho tem como objetivo identificar e determinar tipos específicos de procedimentos que o operador deverá realizar de modo a diferenciar o trabalho focado nos movimentos do operador, das instruções de trabalho ou outras formas tradicionais de normalização. Desta forma, reduzem-se desperdícios, ao mesmo tempo, que se diminui a carga de trabalho e os riscos de acidentes, aumentando subsequentemente a produtividade e a satisfação dos trabalhadores (Liker, 1998).

Esta normalização é composta por três elementos (Monden, 1998):

- **Tempo de Ciclo:** define o tempo que é necessário para produzir uma determinada peça desde o início até que esta fique concluída;
- **Sequência de Trabalho:** consiste num conjunto de tarefas realizadas em sequência, com métodos pré-definidos, repetidas consistentemente pelo operário durante o período de trabalho;
- **Inventário de WIP:** consiste em determinar a quantidade mínima de stock necessário para manter um fluxo contínuo de produção, sem que isso crie tempos improdutivos ou interrupção do fluxo de produção.

A normalização do trabalho é fundamental para a implementação da filosofia *Lean*, pois permite identificar quais são as atividades que acrescentam valor ao produto, ou seja, as atividades que otimizam os recursos e o desempenho da sequência das tarefas e, ao mesmo tempo, reduzem os desperdícios (Monden, 1998).

2.1.4. Outras ferramentas

Diagrama de Ishikawa

A utilização de um diagrama visual, para explicação do porquê de um problema, foi aplicada pela primeira vez em 1950 pelo professor japonês Kaurou Ishikawa, usualmente conhecido pela designação diagrama causa e efeito ou diagrama espinha de peixe, devido a sua similaridade com a espinha dorsal de um peixe. Desde esse momento passou a ser uma ferramenta essencial de diagnóstico para averiguar e exemplificar problemas inseridos na análise de causa raiz (Galley, 2012).

Na conceção do diagrama, do lado direito fica exposto o problema/efeito em decorrência dos inúmeros procedimentos expressos no decurso do processo, a outra parte do diagrama descreve as possíveis razões que culminaram no aparecimento do problema em questão. Para descomplexificar a análise, as causas são compiladas em grupos, o que auxilia a avaliação da globalidade da informação do procedimento, como também a compreensão dos obstáculos

vivenciados durante o processo por parte da organização. Após examinar o diagrama, são apuradas as causas das falhas, e a organização torna-se capaz de intervir propriamente nas mesmas. A reprodução do diagrama de Ishikawa pode ser observada na Figura 2.5 (Brook, 2010).

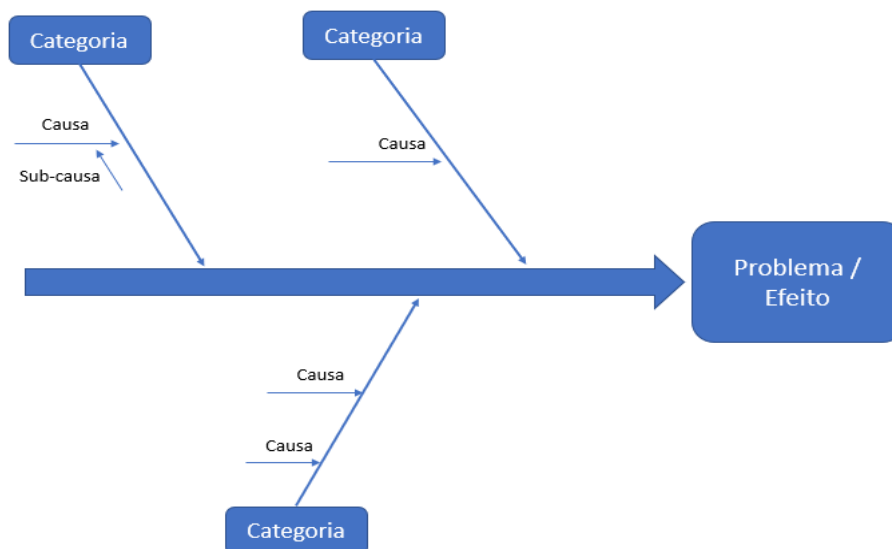


Figura 2.5 - Exemplo do Diagrama de Ishikawa
(adaptado de Brook, 2010)

De acordo com Pereira & Requeijo (2012), leva-se em consideração, perante a elaboração do diagrama, a presença de cinco pontos, como por exemplo: descrição da adversidade observada; reconhecimento do motivo da adversidade; a distinção dos motivos mais plausíveis; definição e execução de medidas para retificar o problema; parecer da efetividade das medidas executadas.


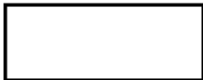
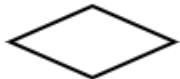


Fluxograma

O fluxograma é uma espécie de diagrama que retrata esquematicamente uma metodologia ou um processo que expõe todas as etapas fundamentais para sua concepção (Pereira & Requeijo, 2012).

Esta técnica de qualidade é usualmente aplicada em todo tipo de empresa, com a finalidade de ilustrar a configuração ordenada de cada fase, entradas e saídas que colaboram para a organização de produtos e processos. Esta ferramenta, além de auxiliar no seguimento das atividades, explicita o que se executa em cada fase, os materiais ou serviços que cruzam o processo, as deliberações que carecem de ser tomadas e todos os envolvidos (Garcia, 2007).

A simbologia utilizada para a construção de um fluxograma é de carácter universal, e é composto pelos seguintes princípios (Tabela 2.1):

Tabela 2.1 - Simbologia utilizada nos fluxogramas
(Adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

Simbolo	Significado
	Início ou fim do processo
	Atividade ou ação
	Decisão
	Espera
	Linha de fluxo

Apresenta-se na Figura 2.6 um fluxograma simplificado, composto pelos vários elementos.

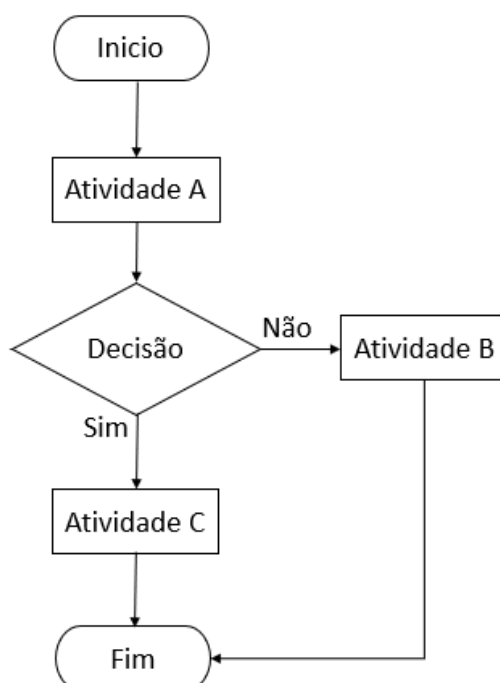


Figura 2.6 - Representação simplificada de um fluxograma
(adaptado de Pereira & Requeijo, 2012)

Diagrama de Esparguete

Uma outra configuração gráfica é o Diagrama de Esparguete, ou *Spaghetti Chart*, que configura as movimentações de um artigo, através do *shop floor*, por meio da geração de linhas que traduzem o percurso exercido ao longo da cadeia de valor. Na Figura 2.7 é apresentado um exemplo de um Diagrama de Esparguete (Marchwinski & Shook, 2003).

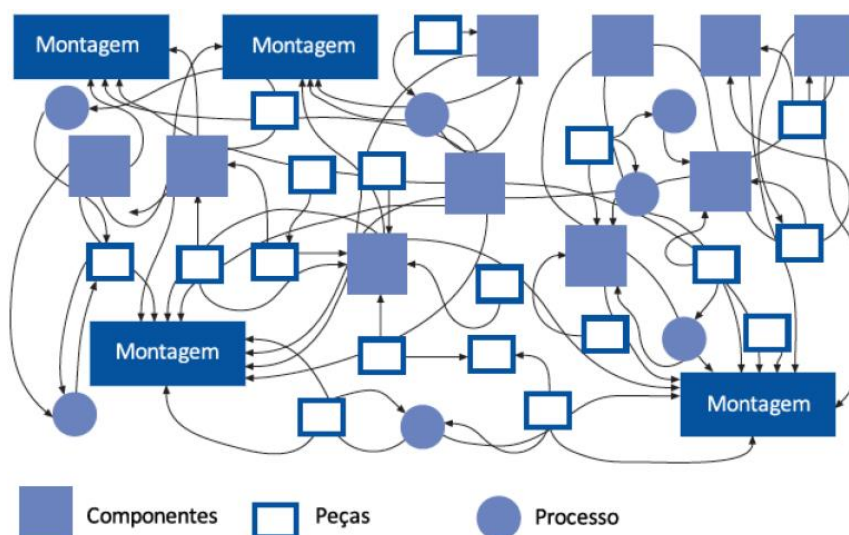


Figura 2.7 - Exemplo de um Diagrama de Esparguete
(Adaptado de Marchwinski & Shook, 2003)

Um grande auxílio para entender e compreender os processos e procedimentos aplicados é o diagrama esparguete, que é uma técnica importante para identificar desperdícios, que por sua maioria passam despercebidos. Através da marcação do fluxo físico e a distância percorrida pelos materiais, informações ou pessoas, esta técnica promove a oportunidade de reconhecer problemas de *layout*, como baixo movimento, distâncias percorridas excessivas e desperdício de tempo (Ross, 2013).

2.2. Metodologia TRIZ

A Teoria da Resolução Inventiva de Problemas, conhecida pelo seu acrônimo russo TRIZ - *Teoriya Resheniya Izobretelskikh Zadatch* - é uma metodologia analítica fácil e com rápido retorno, desenvolvida para a resolução de problemas nas áreas da ciência e da engenharia (Terninko, *et al.*, 1998).

Segundo Savransky (2000), esta metodologia, baseada no estudo dos padrões de problemas e soluções, consiste num conjunto de ferramentas e técnicas com origem no estudo de dezenas de milhares de certificados de autor e patentes. Ao contrário do que o seu próprio nome poderia sugerir,

a TRIZ não se baseia na criatividade espontânea e intuitiva dos indivíduos, mas sim em métodos e conhecimento. Esta polivalência confere-lhe uma capacidade de análise superior a outro tipo de abordagem (Savransky, 2000).

2.2.1. Origem, evolução histórica e definição da TRIZ

A metodologia TRIZ, desenvolvida por Genrich Saulovich Altshuller em 1946, consiste num conjunto de ferramentas que permitem resolver problemas técnicos com diferentes níveis de complexidade. A sua evolução, ao longo das últimas décadas, traduz-se numa aprendizagem mais simples e num alargar do âmbito da sua aplicação. Atualmente é possível conjugar ferramentas básicas da TRIZ com outros métodos ou técnicas, como, por exemplo, o *Lean* (Kurosawa, 2014). Considerando a importância de compreender a origem desta metodologia, procedemos a uma sucinta exploração cronológica do trabalho de Altshuller.

Enquanto engenheiro e investigador na marinha russa, foi responsável pela análise de mais de um milhão e meio de patentes de diferentes áreas. Foi este procedimento de investigação aprofundada que lhe permitiu reconhecer um padrão na forma como os problemas eram resolvidos, vindo a concluir que muitas dessas patentes eram apenas aperfeiçoamentos de sistemas ou produtos já existentes e somente uma pequena parte consistia em trabalho original, ou que, de certa forma, pudesse ser considerado uma nova invenção (Altshuller, 2004).

Tendo constatado que a inovação era um fenómeno esporádico, Altshuller utilizou os conhecimentos obtidos na sua atividade profissional para extrair um padrão de resolução de problemas, com carácter sistemático e de forma criativa. Nascia assim a TRIZ, ou Teoria da Resolução Inventiva de Problemas, uma metodologia cujo objetivo é potenciar a criação de novas invenções de forma metódica e sistemática, afastando a natureza acidental que até então se acreditava estar na base da inovação tecnológica (Savransky, 2000).

O trabalho de Altshuller viria a ser interrompido na sequência da sua prisão por motivos políticos, tendo sido retomado somente após a sua libertação em 1954. O lançamento do seu primeiro artigo (*Psychology of Inventive Creativity*), em 1956, esteve na base da construção da metodologia TRIZ e deu início ao que é considerado, por muitos autores, como uma revolução na área dos estudos do processo criativo (Savransky, 2000).

A partir de 1991, a metodologia TRIZ começou a ganhar uma maior visibilidade no meio científico e empresarial, na sequência da sua adoção pela empresa americana *Invention Machine Corporation*. Mais tarde, a sua aplicação foi mais longe no ultrapassar de fronteiras, ao chegar ao sudeste asiático e Japão, onde os seus métodos foram utilizados, sobretudo, por empresas de pequena e média dimensão (Savransky, 2000).

A TRIZ é uma tecnologia disruptiva que demonstra que a criatividade e a inovação são aptidões que podem ser aprendidas. Esta constatação tem uma importância significativa para as organizações que pretendam melhorar a eficácia dos seus colaboradores (quer ao nível da gestão, como ao nível do desenvolvimento de produtos) pois permite categorizar todos os aspetos dos sistemas técnicos e processos tecnológicos a melhorar, bem como o processo criativo (Savransky, 2000).

A TRIZ ensina a utilizar o pensamento crítico para tomar decisões mais ponderadas e consequentemente mais eficazes, tendo um impacto amplificador no talento natural, conhecimentos e experiência dos indivíduos (Savransky, 2000). Deste modo, o grande objetivo desta tecnologia é facilitar a identificação de soluções para problemas, através da inovação sistemática, quando os métodos tradicionais de engenharia não resultam. A TRIZ está intimamente relacionada com os elementos inesperados que ocorrem no seio das organizações – mudanças no mercado, na indústria, alterações demográficas ou conhecimentos/técnicas – assumindo-se como a ferramenta a aplicar em oportunidades para a implementação de inovação (Navas, 2013b).

Esta metodologia pode ser aplicada em diversas áreas, como a investigação científica, design e conceção de produtos, resolução de problemas, gestão empresarial, gestão de risco e estratégica, inovação tecnológica, etc. (Kurosawa, 2014).

No entanto, é especialmente apropriada para a resolução de problemas nas áreas da ciência e da engenharia. Com o passar do tempo e a consequente evolução da TRIZ, a tecnologia acabou por adotar a forma de um conjunto de diferentes ferramentas práticas que podem ser utilizadas, em conjunto ou de forma separada, na resolução de problemas técnicos (Navas & Machado, 2013).

A figura 2.8, resume a estratégia da TRIZ para a solução de problemas.

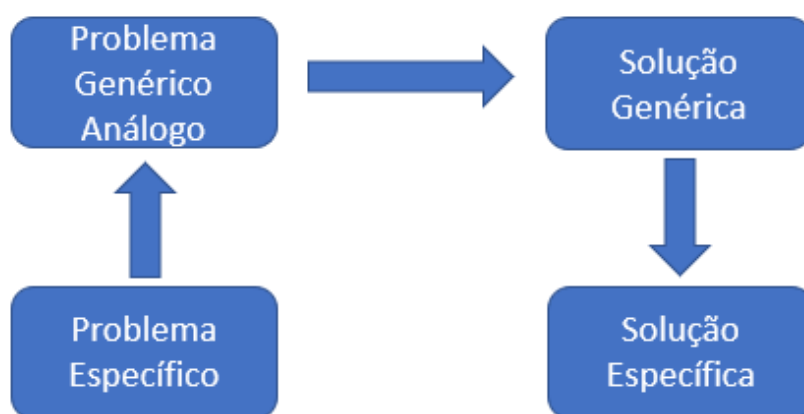


Figura 2.8 - Processo de resolução geral de problemas
(adaptado de Navas & Machado, 2013)

Esta metodologia é semelhante à aplicação de uma fórmula matemática para solucionar um problema específico. Por exemplo, generaliza-se o problema para se usar a fórmula, e, então, toma-se a solução generalizada para aplicá-la num problema em particular. Uma vez que esta metodologia foi desenvolvida para uso humano, não computacional, é especialmente eficaz na solução conceptual de problemas nos quais o computador não consegue competir com o cérebro humano (Altshuller,1995).

Para conceber esta metodologia, Altshuller sistematizou as soluções que encontrou nos registos de patentes que analisou, dividindo-as em cinco níveis de inovação, que estão apresentados na tabela 2.2. (Navas, 2013a).

Tabela 2.2 - Níveis Inventivos de Altshuller
(adaptado de Navas, 2013a)

NÍVEL	DESCRIÇÃO	% das PATENTES ANALISADAS
1	Soluções de rotina utilizando métodos conhecidos na respetiva área de especialidade	30
2	Pequenas correções em sistemas existentes recorrendo a métodos conhecidos na indústria	45
3	Melhorias importantes que resolvem contradições em sistemas típicos de um dado ramo da indústria. É onde aparecem soluções criativas de projeto.	20
4	Soluções baseadas na aplicação de novos princípios científicos.	4
5	Soluções inovadoras baseadas em descobertas científicas não anteriormente exploradas.	1

Nível 1: consiste em soluções de rotina que utilizam métodos, identificados como sendo do conhecimento geral, na respetiva área da especialidade. Esta categoria constitui cerca de 30% da totalidade;

Nível 2: neste nível podem ser encontradas pequenas correções que são efetuadas nos sistemas, com recurso a métodos conhecidos na indústria, e que correspondem a cerca de 45% da totalidade;

Nível 3: é neste nível que se situam as soluções criativas. Estas constituem 20% do total e dizem respeito a progressos significativos que permitem resolver contradições em sistemas típicos de um determinado ramo da indústria;

Nível 4: constituído por apenas 4% da totalidade, este nível é composto por soluções baseadas na aplicação de novos princípios científicos;

Nível 5: o último nível, que abrange apenas 1% do total, é constituído pelas soluções verdadeiramente inovadoras baseadas em descobertas científicas que não foram exploradas até à data (Navas, 2013a).

2.2.2. Características e Conceitos Fundamentais do TRIZ

A TRIZ enquanto metodologia sistemática, é definida por Savransky (2000) como uma ferramenta orientada para o ser humano, considerando os conhecimentos para a resolução de problemas inventivos. Esta definição é dividida em quatro partes:

Conhecimento

A TRIZ tem como base os conhecimentos dado que:

- a sua estrutura de resolução de problemas é baseada em inúmeras patentes de diversos campos de atuação da engenharia;
- utiliza conhecimentos relativos ao sistema, processos e técnicas a fim de solucionar questões específicas;
- utiliza não só os conhecimentos da área da engenharia, como das ciências.

Orientada ao ser humano

Uma vez que o homem é mais eficaz na resolução de problemas concetuais e na utilização dos princípios e ferramentas que a reagem, a TRIZ foi concebida exclusivamente para seu uso, não sendo adequada em questões computacionais.

Sistemática

A TRIZ é uma metodologia sistemática dado que:

- é constituída por métodos estruturados para a resolução de problemas;
- dedica-se à situação problemática, à solução e ao processo de solução como sistemas.

Solução inventiva de problemas

A TRIZ tem como compromisso a resolução de problemas de forma criativa e inovadora.

A metodologia TRIZ baseia-se nos seguintes conceitos fundamentais – pelo menos um destes conceitos deve ser utilizado em qualquer processo de resolução de problemas (Navas, 2013b):

- Contradições;
- Idealidade;
- Padrões de Evolução;
- Sistemas Técnicos.

Contradições

Um dos princípios básicos do TRIZ é a contradição, a qual indica a existência de problemas resultantes da aparente incompatibilidade das características desejadas dentro de um sistema ou organização. Esta surge quando se procura melhorar alguma função e assume-se como uma operação que provoca a deterioração de outro atributo do sistema, sobretudo devido a incompatibilidades dessas características. Existem vários tipos de contradições, mas a TRIZ clássica divide-se basicamente em dois grandes tipos: contradições técnicas e contradições físicas (Ilevbare, *et al.*, 2013).

Uma contradição técnica ocorre quando é feita uma tentativa de melhorar determinadas propriedades, o que conduz a uma deterioração de outros parâmetros. Esta pode verificar-se quando se cria uma função útil num subsistema que, em contrapartida, despoleta uma função prejudicial ou intensifica uma já existente noutro subsistema (Navas, 2013a).

Também podem surgir contradições físicas, quando se atua em melhorar propriedades incompatíveis, mas que se referem a um elemento do sistema análogo (Navas, 2013a). Esta contradição surge quando se aumenta uma função útil num subsistema, e em simultâneo, essa ação promove o aumento de uma função prejudicial no mesmo subsistema (Altshuller, 2002).

Idealidade

A idealidade é um conceito que se refere à observação da evolução dos sistemas técnicos, ao longo do tempo, com o objetivo de atingir uma maior eficiência. Assim, ao aumentar as funções úteis e diminuir as funções nocivas neutras, é possível observar melhorias sequenciais, como, por exemplo, inovações radicais em produtos. Esta condição pode ser representada pelo nível de idealidade, definido pelo rácio entre funções benéficas e funções nocivas, somando aos custos, resultando num valor superior. Assim, quando um sistema evolui de forma favorável, apresentando progressos face ao estado anterior, também as suas funções benéficas aumentam face às nocivas. A trilogia “mais seguros, mais simples, mais efetivos (mais ideais)” está na base do princípio da idealidade. Este, tende a destacar a evolução dos sistemas para os aproximar da idealidade e é em tudo semelhante ao princípio do *Lean* – tornar o sistema mais “magro”, ao reduzir ou eliminar os desperdícios,

aumentando, conseqüentemente, a funcionalidade e/ou identidade do sistema (Júnior, 2011).

Segundo Júnior (2011), para encontrar a idealidade de um sistema podem ser utilizadas seis técnicas que permitem avaliar esta temática:

- a exclusão de funções auxiliares;
- a exclusão de elementos;
- a identificação da autonomia;
- a alteração dos princípios de funcionamento;
- a substituição de componentes, partes ou sistemas completos;
- a utilização de recursos.

Adicionalmente, a idealidade de um sistema pode ser descrita pela seguinte expressão matemática (Ilevbare, *et al.*, 2013):

$$\text{Idealidade} = \frac{\sum \text{Efeitos Benéficos}}{\sum \text{Custos} + \sum \text{Efeitos Prejudiciais}}$$

Padrões de evolução

O desenvolvimento de um sistema pode ser observado através dos padrões de evolução dos sistemas tecnológicos. Através da análise de sistemas tecnológicos provenientes de diferentes áreas, Altshuller (1999) identificou padrões que permitem prever como se irá realizar o seu desenvolvimento. Estes padrões de evolução podem ser utilizados para resolver problemas bastante complexos, prevendo a evolução dos sistemas e criando, ou até mesmo melhorando, as ferramentas usadas para resolver problemas inventivos. Os oito padrões de evolução formulados por Altshuller (2002) são os seguintes:

1 - Estágios da evolução de um sistema tecnológico: a evolução de um sistema tecnológico dá-se em cinco períodos ou fases – infância, crescimento, maturidade e declínio (figura 2.9.).

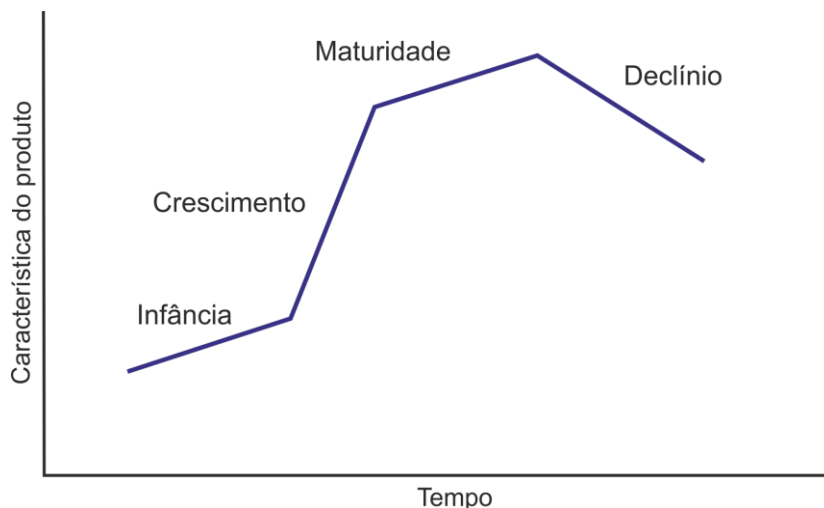


Figura 2.9 - Ciclo de vida de um sistema
(adaptado de Altsuller, 2002)

O primeiro ciclo, ou fase, é a infância. É neste momento que se dá o aparecimento de um novo sistema. Este “nascimento” é resultado de um elevado nível de invenção, ou seja, trata-se de um sistema ainda pouco trabalhado, com objetivos por cumprir e arestas por limar. Falamos de características indesejáveis que deverão ser eliminadas à posteriori. Contudo, este sistema é responsável pela introdução de uma função nova. É necessário ter em conta que se trata de um período lento, sendo que esta cadência é definida pela falta de recursos, tanto humanos como financeiros. O crescimento é a fase seguinte e ocorre quando a sociedade reconhece o valor do novo sistema tecnológico. Neste momento, a maioria dos problemas já foi resolvido, tendo ocorrido uma melhoria global, abrindo-se, assim, um novo mercado. É nesta fase que se observa um aumento do investimento, por parte de pessoas e organizações, no produto ou no processo de desenvolvimento. Acelera-se o aparecimento de melhorias no sistema o que, por sua vez, atrai um maior volume de investimentos.

A fase seguinte é a da maturidade, que se inicia quando é atingido um nível elevado de desenvolvimento. O facto de, nesta fase, os investimentos poderem ser de maior quantidade, não significa, no entanto, que as inovações ou melhorias tenham as mesmas dimensões. O que normalmente acontece é um resultado, menos satisfatório do que aquele conseguido na fase da infância, no qual as inovações são de baixo nível e as melhorias observam-se maioritariamente em processos de otimização do sistema.

Por fim, na fase de declínio do sistema tecnológico, as inovações são quase nulas. Tal acontece devido aos limites da tecnologia, sendo que o feedback e interesse por parte da sociedade também decresce.

2 - Evolução em direção à idealidade aumentada: as funções executadas por um sistema são responsáveis pelo gerar de efeitos úteis e prejudiciais. O rácio entre ambos é denominado por idealidade. Aumentar a idealidade do sistema é o grande objetivo das tarefas realizadas no âmbito dos processos de melhoramento de sistemas, portanto ao aumentar os efeitos úteis e/ou diminuir os efeitos prejudiciais, procura-se encontrar o ponto ótimo. Melhorar um sistema deve incidir no aumento da sua própria idealidade.

3 - Desenvolvimento não uniforme dos elementos do sistema: cada componente de um sistema tem afetos diferentes limites que evoluem numa ordem temporal individual, ou seja, num ciclo de vida próprio, que é diretamente dependente da sua solicitação. Uma vez que o elemento que atinge primeiro o seu limite é responsável por impedir a evolução do sistema global, é este aquele que deve ser eliminado para melhorar o sistema. Este processo poderá ser realizado de forma sistemática, num sistema repetido: encontram-se outras limitações no sistema, procede-se à sua resolução, promove-se uma melhoria contínua.

4 - Evolução no sentido de maior dinamismo e controlabilidade: o aumento no dinamismo de um sistema significa também o aumento na flexibilidade e no número de funções possíveis. Contudo, importa referir que esta escolha exige uma maior capacidade de controlo.

5 - Aumento da complexidade seguido de simplificação: os sistemas tendem a evoluir aumentando a sua complexidade devido ao aumento de funções do sistema. Após esta dinâmica, é efetuada uma simplificação na qual é mantida ou aumentada a performance.

6 - Correspondência e incompatibilidades entre elementos: para melhorar um sistema ou compensar um efeito indesejado, são executadas correspondências ou incompatibilidades entre os elementos.

7 - Evolução na direção de níveis micro e aumento da utilização de campos: os sistemas tendem a evoluir de um panorama macro para um panorama micro. Neste percurso evolutivo são utilizados diferentes tipos de campos de energia, com o objetivo de conseguir melhores características.

8 - Evolução em direção à diminuição da intervenção humana: o processo que é feito com o objetivo de desenvolver um sistema ao ponto de este ser capaz de executar tarefas padrão e repetidas, de forma a libertar as pessoas, que passam a efetuar trabalho intelectual.

Sistemas Técnicos

Na base e fundamentos da TRIZ está o estudo pormenorizado dos sistemas técnicos e respetivas funções. Segundo Savransky (2000), um sistema técnico diz respeito a um objeto ou ação artificial, que possui, independentemente da sua natureza ou grau de complexidade:

- **Inputs e Outputs** - representam o relacionamento entre o ambiente e o sistema técnico. Podem ser compostos por substâncias, campos e informação.

- **Subsistemas** - um sistema técnico tem subsistemas que podem estar relacionados pelo tempo e/ou pelo espaço.

- **Ligações** – São elas que ligam os elementos individuais e as operações, formando subsistemas e, posteriormente, constituindo um sistema técnico.

2.2.3. Ferramentas e Técnicas TRIZ

Gerich Alshuller desenvolveu, ao longo dos anos, um extenso conjunto de ferramentas e técnicas. Neste conjunto, destacam-se (Altshuller, 1999):

- 40 Princípios de Invenção e Matriz de Contradições;
- 76 Soluções-Padrão;
- Matriz de Idealidade;
- Análise Substância-Campo (SuField);
- Análise de Sistemas de Recursos;
- ARIZ (Algoritmo de Resolução Inventiva de Problemas).

No âmbito desta investigação, optou-se por abordar a ferramenta considerada como mais relevante na temática a explorar, ou seja, a Análise Substância-Campo.

Análise Substância – Campo

Considerada uma das ferramentas mais importantes da metodologia TRIZ, a Análise Substância-Campo assume-se como um elemento de extrema utilidade na identificação de problemas técnicos num sistema. Com o objetivo de encontrar soluções para os problemas identificados, permite modelar um sistema com uma abordagem gráfica capaz de identificar problemas e encontrar soluções padronizadas. O resultado é uma melhoria do sistema (Navas, 2013b).

A aplicação desta ferramenta pressupõe a passagem pelas etapas de construção dos modelos funcionais, que são as seguintes (Altshuller, 2007):

- Recolha de informação disponível;
- Construção do diagrama de Substância-Campo;

- Identificação da situação problemática;
- Escolha de uma das opções genéricas;
- Desenvolvimento de uma solução específica para o problema.

Um sistema técnico Substância-Campo é representado por duas substâncias (S1 e S2) e um campo F, como é exemplificado na figura 2.10. Se o sistema em estudo for complexo, este é representado por vários triângulos “substância-campo” (Navas, 2014a).

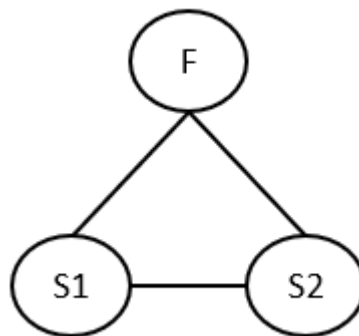


Figura 2.10 - Modelo Substância Campo de um sistema completo
(adaptado de Navas, 2014b)

De uma forma geral, as substâncias S1 e S2 envolvidas na interação podem das seguintes naturezas (Navas, 2014):

- Material;
- Ferramenta;
- Componente;
- Pessoa;
- Ambiente.





O campo F que atua sobre as substâncias pode ser (Savransky, 2000):

- Mecânico;
- Térmico;
- Químico;

- Elétrico;
- Magnético.

Para se construírem os modelos de Substância-Campo, deve utilizar-se simbologia específica, capaz de representar o tipo de relação entre as substâncias (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Simbologia utilizada nos modelos substância-campo
(Adaptado de Navas, 2014)

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
	Ação ou efeito desejado
	Ação ou efeito desejado insuficiente (ineficiente)
	Ação ou efeito prejudicial
	Operador de solução

Segundo Terninko (2000), existem quatro modelos básicos de Substância-Campo:

1. Sistema completo (Figura 2.10);
2. Sistema incompleto – dá-se quando estamos perante a ausência de elementos do triângulo substância-campo. Nestes casos, é necessário adicionar os elementos em falta, de modo a criar um sistema completo (Figura 2.11).

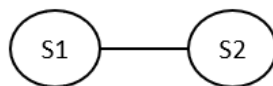


Figura 2.11 - Sistema incompleto
(adaptado de Navas, 2014b)

3. Sistema completo insuficiente ou ineficiente – ocorre quando o sistema não é produtivo, quando é necessário melhorar o sistema, modificando as substâncias, o campo ou proceder à utilização de uma nova substância, para criar o efeito desejado (Figura 2.12).

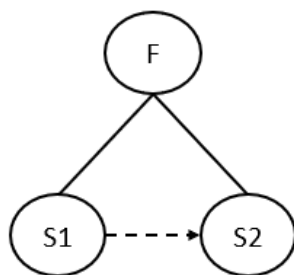


Figura 2.12 – Sistema completo insuficiente ou ineficiente
(adaptado de Navas, 2014b)

4. Sistema completo com efeito prejudicial – dá-se quando a interação entre as substâncias é prejudicial ou indesejada. Aqui, é necessário eliminar o efeito negativo criando um novo campo ou uma nova substância (Figura 2.13).

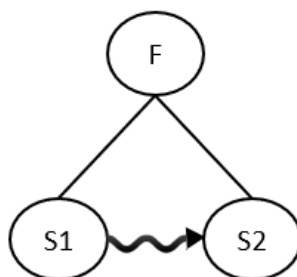


Figura 2.13 - Sistema completo com efeito prejudicial
(adaptado de Navas, 2014b)

A análise substância-campo possui 76 soluções-padrão que podem ser utilizadas como ferramenta complementar, e são divididas em cinco classes, como é apresentado na Tabela 2.4 (Altshuller, 2007).

Classe	Descrição	Nº Soluções Padrão
1	Criar ou eliminar a Substância-Campo	13
2	Desenvolver a Substância-Campo	23
3	Transitar de um sistema base para um supersistema ou para um substímulo	6
4	Medir ou detetar qualquer algo num sistema técnico	17
5	Introduzir substâncias ou campos num sistema técnico	17
TOTAL		76

As 76 soluções-padrão podem ser resumidas e generalizadas em 7 soluções gerais, permitindo uma utilização mais simples e rápida (Navas, 2013b):

1. Completar um sistema que se encontre incompleto (Figura 2.14).

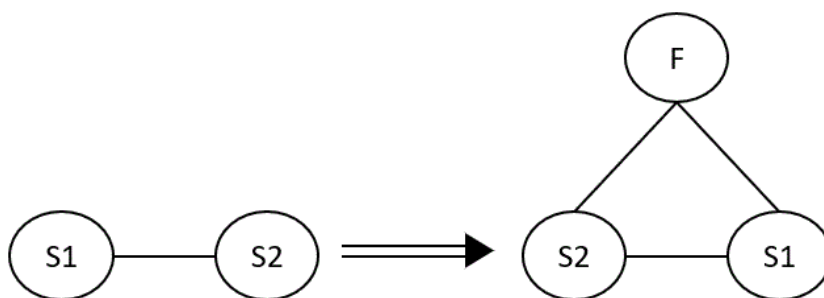


Figura 2.14 - Solução Geral 1
(Navas, 2013b)

2. Modificar a substância S2 para eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (Figura 2.15).



Figura 2.15 - Solução Geral 2
(Navas, 2013b)

3. Modificar a substância S1 para eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (Figura 2.16).

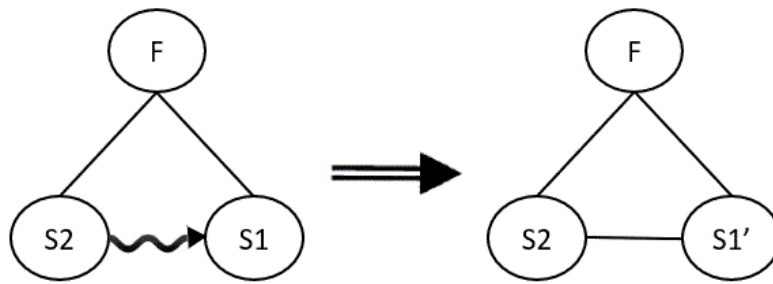


Figura 2.16 - Solução Geral 3
(Navas, 2013b)

4. Modificar o campo F para reduzir ou eliminar o impacto negativo (Figura 2.17).

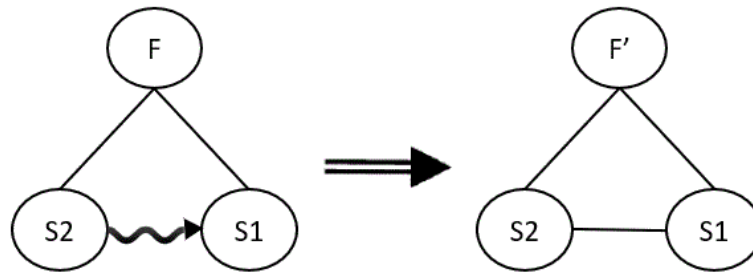


Figura 2.17 - Solução Geral 4
(Navas, 2013b)

5. Eliminar, neutralizar ou isolar o impacto negativo utilizando outro campo Fx que interaja com o sistema (Figura 2.18).

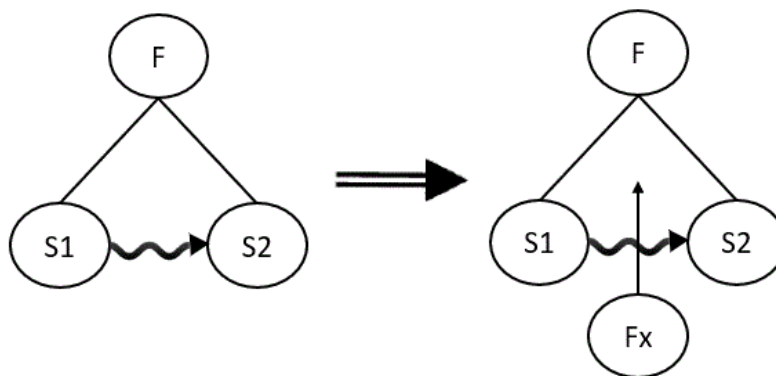


Figura 2.18 - Solução Geral 5
(Navas, 2013b)

6. Introduzir um novo campo positivo (Figura 2.19).

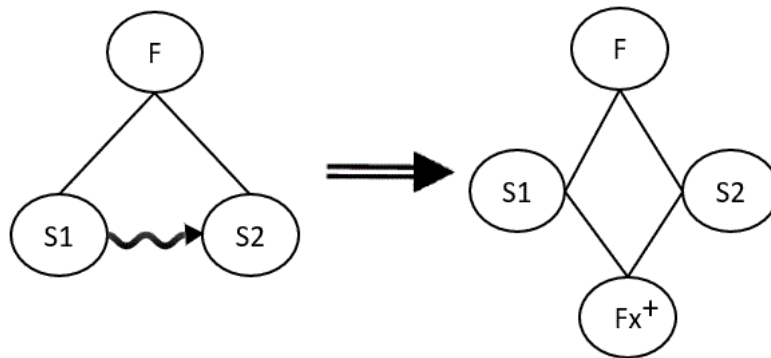


Figura 2.19 - Solução Geral 6
(Navas, 2013b)

7. Expandir um modelo Substância-Campo existente para um novo sistema em cadeia (Figura 2.20).

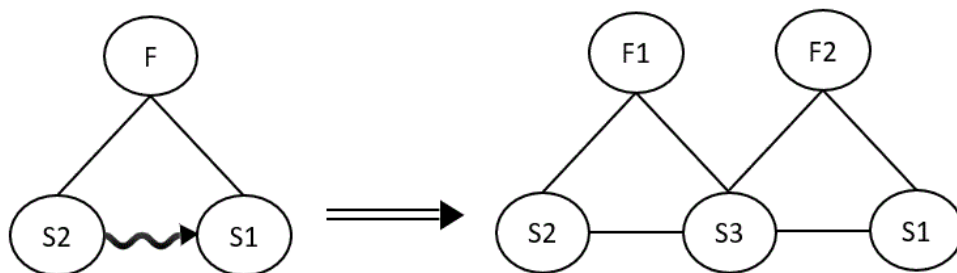


Figura 2.20 - Solução Geral 7
(Navas, 2013b)

3. Estudo de Caso

Este capítulo tem como propósito a descrição do caso de estudo desenvolvido na empresa Elis, inserida na indústria de lavagem de têxteis. Inicialmente é apresentado e caracterizado um modelo que serve de apoio à execução do caso de estudo. De seguida, é realizada a apresentação e a descrição da empresa, com maior foco no circuito de lavagem dos turcos, e posteriormente identificados os problemas/desperdício encontrados. Por fim, são apresentadas propostas de melhoria que permitirão a redução dos desperdícios.

3.1. Modelo Proposto

A realização do estudo de caso desenvolvido no presente trabalho, conduziu à elaboração de uma proposta de modelo, estabelecida com o propósito de apoiar na elaboração do estudo. O modelo, concebido numa perspetiva de melhoria contínua, permitiu analisar e definir os processos da secção alvo de estudo, identificar os problemas/desperdícios do processo tendo em conta os desperdícios do *Lean*, implementar e controlar propostas de melhoria e verificar a aplicação das ferramentas e metodologias propostas.

Para a descrição do modelo proposto, optou-se por delinear uma estrutura sequencial dividida em quatro fases. Na primeira fase foi caracterizado o estado atual dos processos, através da análise de documentos internos, observação em chão de fábrica e fluxograma de modo a familiarizar com os processos, pessoas, produtos, formas de trabalhar e de organização. Na segunda fase, foi possível analisar e identificar os principais problemas/desperdícios e oportunidades de melhoria seguindo os princípios do *Lean*. Posteriormente, procedeu-se à implementação e monitorização das propostas de melhoria, através de ferramentas do *Lean* e metodologia TRIZ. Na última fase do modelo, foi validado e analisado o impacto das propostas aplicadas.

Na figura 3.1 é apresentado o modelo utilizado para a melhoria dos processos, em que serviu de suporte ao desenvolvimento do caso de estudo.

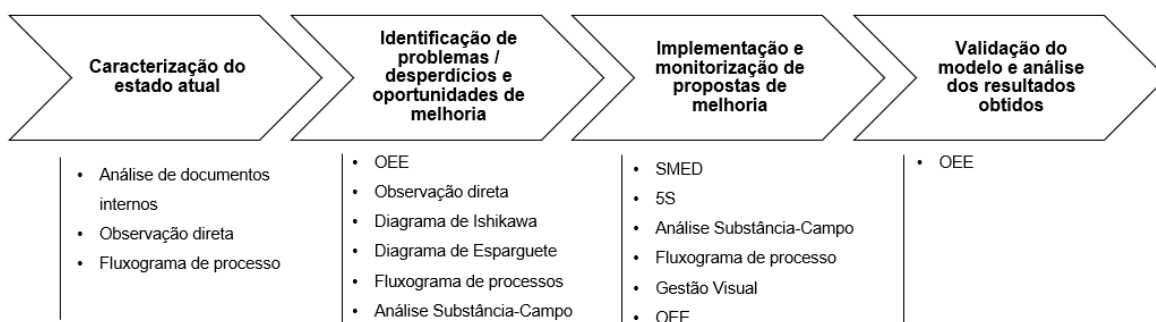


Figura 3.1 - Modelo proposto

3.2. A Empresa: Elis

Neste subcapítulo apresenta-se a empresa em estudo, assim como a sua estrutura organizacional. Numa primeira fase, será caracterizada a empresa do ponto de vista histórico, e posteriormente serão descritos os tipos de serviços e produtos, a unidade fabril em que se realizou o presente trabalho e o processo de lavagem da secção alvo de estudo.

A Elis é uma empresa internacional líder de mercado na prestação de serviços de aluguer/manutenção, que oferece uma vasta gama de serviços no domínio dos têxteis, higiene, controlo de pragas e bem-estar.

3.2.1. Origem da Elis, missão, visão e valores

A Elis, empresa centenária, fundada em 1883 por Théophile Leducq, começou por ser um negócio de família. Grandes lavandarias, localizadas em Pantin, município situado na periferia nordeste de Paris, eram, simultaneamente, as ferramentas e espaços de trabalho desta empresa de lavagem, secagem e distribuição de roupa.

À semelhança do que acontece na atualidade, na época a maioria dos clientes provinha de restaurantes, hotéis de luxo e banhos públicos. Nesta viagem cronológica, importa fazer uma paragem naquele que é um dos momentos mais marcantes da história da empresa: a contratação dos serviços pelo exército americano, em 1945, no rescaldo da Segunda Guerra Mundial.

Com a lavagem de 50 toneladas de roupa por semana, o volume de trabalho aumentou exponencialmente, tendo atingido, ao fim de apenas um mês, as 80 toneladas. Décadas depois, e já com Jean Leducq (neto de Théophile Leducq) a comandar este negócio de família, dá-se a modernização da empresa. É nesta altura que se reúnem todas as atividades da empresa num único grupo, denominado ELIS (a abreviatura de *Europe Linde Service*).

Internacionalização da Empresa

Este momento de viragem despoletou um processo de ampliação da empresa que se realizou de forma célere e continuada para o resto do território europeu e, posteriormente, para os Estados Unidos. Foram duas décadas de trabalho e internacionalização que resultaram numa expansão além-fronteiras e num forte posicionamento de mercado. A compra inteligente de espaços fabris concorrentes e uma visão estratégica, que trabalhou no sentido de construir parcerias de destaque em eventos com projeção mundial, foram pilares fundamentais na divulgação da imagem da Elis e no aumento da notoriedade da organização. Na tabela 3.1 estão apresentados os marcos históricos da internacionalização da Elis.

Tabela 3.1 - Marcos históricos na internacionalização da Elis

DATA	ACONTECIMENTOS
1973	Aquisição da Sociedade Belga <i>Hádes</i> .
1980	Aquisição da Sociedade Americana <i>Omni Services</i> , nos EUA.
1987	Aquisição das lavandarias de Grenelle, para reforço na região de Paris.
1987	É também neste ano que é criado o slogan da Elis – <i>le propre en action</i> (a higiene em ação) – parte integrante do logótipo da empresa, tornando-se a sua imagem de marca.
1989	Chegada a Portugal, seguindo-se de Grã-Bretanha, Alemanha, Suíça e Itália
1991	Aliasas à Euro Disney: tratamento de todo o vestuário necessário ao desenvolvimento da atividade diária do parque temático e de todos os seus hotéis.
1992	É parceira dos Jogos Olímpicos de Inverno, em Auberville.
1997	Neste ano o Grupo Elis é vendido a um consórcio internacional.
1998	Associa-se ao projeto Expo'98, em Portugal.
2010	A Elis apresenta-se ao mercado com uma nova imagem, mais moderna e sem o slogan no seu logótipo que perdurou cerca de 23 anos.

Na figura 3.2 está representado a evolução dos logotipos da Elis.



Figura 3.2 - Evolução do logotipo da Elis

Atualmente, a Elis está presente em diversos países: da França, Espanha, Itália, Luxemburgo, Suíça, Portugal, Alemanha, República Checa, Reino Unido, Bélgica, Andorra, Brasil e Chile à Colômbia. Nestes territórios, a empresa opera nas áreas de aluguer e manutenção de produtos personalizados – entre estes fardas de trabalho, roupa de cama, de cozinha, de casa-de-banho e tapetes e outros.

Elis em Portugal

Corria o ano de 1989 quando surge a primeira unidade industrial da Elis em Portugal. Localizada em Porto Alto (conselho de Benavente), como a primeira lavandaria industrial em território luso. Em 1998, uma segunda unidade, em Famalicão, com o objetivo de apoiar as operações na Galiza. A expansão em Portugal foi sendo consolidada ao longo da primeira década dos anos 2000, com a abertura de mais uma unidade industrial em Algoz (Silves), em 2004, e de mais dos centros de serviços – um na Batalha (Leiria), em 2004 e, um ano depois, em 2005, outro em Viseu.

Em 2009 surge o projeto *Gafides - Garment Finishing And Distribution European Services*. Com este, e na sequência de uma decisão estratégica, o grupo Elis passou a centralizar o processo de acabamentos e personalização de todo o vestuário profissional num único fornecedor. O regime de aluguer/manutenção a clientes europeus passava, assim, a ser trabalhado em exclusivo para a Elis através de uma empresa de serviços partilhados na Figueira da Foz.

Atualmente a Elis assegura, a cobertura de todo o território nacional, operando de norte a sul do país, com sete unidades de distribuição e serviços (em Leiria, Viseu, Cantanhede, Setúbal, Sintra, Porto e Figueira da Foz) e três unidades industriais de elevado rendimento (Porto Alto, Famalicão e Silves). Em 2015, a empresa contava com cerca de 600 trabalhadores nestes centros de produção, cujos clientes principais têm nomes de destaque como é o caso da Sonae, AutoEuropa, Pousadas Portugal, Ibis, Holmes Place, Novotel, NH Hotel, Solinca, entre outros.

Como líder de mercado, atingiu um estatuto comercial que encerra em si noções de credibilidade e seriedade, dois elementos fundamentais no desenvolvimento de relações comerciais de confiança. De acordo com a informação oficial da empresa, a empresa trabalha para fazer transparecer o espírito de serviço, a proximidade, a excelência e a adaptação a novos desafios e necessidades.

É por isso natural que a visão desta organização passe pela fidelização e satisfação dos clientes e pela capacidade de conquistar novos mercados. Ao mesmo tempo, o crescimento e rentabilização de todos os recursos disponíveis assume-se com outro pilar da empresa. Todas forças motoras conduzem a Elis num único sentido primordial: o da criação de valor, tanto na perspetiva organizacional, como naquela associada aos acionistas e ainda na envolvente social. A Elis trabalha ainda no sentido de estabelecer e manter elevados níveis de satisfação e fidelização, o que se traduz num relacionamento saudável com clientes (internos e externos) e no desenvolvimento da atividade de forma rentável e sustentável.

Por fim, importa destacar que o grupo possui uma política de valores, baseados em: (1) integridade e respeito pela hierarquia; (2) na exemplaridade; (3) no sentido do dever e responsabilidade; (4) na reatividade e eficiência, premiando a atitude e vontade de realizar os objetivos propostos; (5) e no respeito pelo outro, condição que se considera essencial para uma integração de sucesso numa equipa cujo objetivo é vencer.

3.2.2. Caracterização de serviços e da Unidade Fabril do Porto Alto

A Elis dispõe de um vasto catálogo de serviços, que são apresentados ao cliente após um estudo extensivo e personalizado das necessidades específicas de cada um. Sob uma perspetiva de “Caso a caso. Cliente a cliente”, a Elis faz este tipo levantamento prévio, que permite apresentar soluções delineadas à medida. Realizado com base na análise dos consumos, funcionamento, normas de segurança e higiene, conforto e imagem de cada atividade do cliente, assenta em noções de personalização e unicidade para criar soluções individuais que se traduzem numa proposta efetiva de parceria entre ambas as partes – empresa e cliente.

Nesse sentido, são colocados à disposição do cliente artigos e produtos exclusivos da Elis, cujo aprovisionamento ou troca é efetuado nos dias previamente determinados, na periodicidade e quantidades contratadas. A gestão dos *stocks* e a manutenção destes produtos são ambos efetuados de acordo com a necessidade do cliente, de forma a assegurar um constante serviço de qualidade e de excelência.

O grande foco da atividade comercial da Elis assenta na prestação de serviços de aluguer e manutenção de artigos têxteis e equipamentos sanitários. A empresa pretende, assumir-se como um elemento facilitador na dinâmica do dia-a-dia dos seus clientes.

É através do lema “existimos para simplificar a vida das empresas”, que a Elis permite que os parceiros com quem colabora se concentrem na sua atividade principal, trabalhando, numa espécie de segundo plano, para responder às necessidades logísticas extra de cada um.

É também nesta ótica que a variedade de serviços oferecidos se estabelece, aplicando-se a produtos como:

- roupa lisa (roupa de cama, de cozinha, de restauração e de banho);
- vestuário profissional (vestuário de trabalho de restauração, comércio, serviços, saúde, etc);
- tapetes de interior e exterior (tapetes profissionais, personalizados, de design, entre outros);
- higiene de sanitários (higiene de wc, dispensadores de papel higiénico, de loções e secagem das mãos);
- controlo de pragas (desratização, desinfeção – micro pragas, desinfestação - pragas);
- dispensadores de água.

Importa, contudo, considerar que ainda que a variedade de serviços seja elevada, a produção dedica-se inteiramente ao tratamento dos produtos “roupa lisa”, “vestuário profissional” e “tapetes”. Como nota final, importa referir que o transporte destes têxteis e manutenção dos restantes serviços é responsabilidade dos agentes de serviço integrados na logística.

Unidade Fabril de Porto Alto

Para responder às necessidades dos clientes, com um serviço eficiente e de qualidade, esta lavandaria industrial conta com cerca de 280 colaboradores, distribuídos pelos diversos departamentos. O número de colaboradores do departamento de produção oscila, consoante o fluxo de trabalho: em épocas regulares esta unidade fabril compõe o departamento de produção com dois turnos efetivos; já em épocas consideradas de alta produção, surge um terceiro turno temporário. Esta adaptação surge como a resposta mais eficaz às particularidades sazonais dos clientes habituais da empresa, na sua maioria afetos à área da hotelaria. Os picos de fluxo de trabalho, normalmente semestrais e relacionados com épocas de maior fluxo turístico, exigem uma resposta específica para ir de encontro ao aumento da necessidade de produtos. Na figura 3.3 é apresentado o organograma da unidade industrial de Porto Alto, bem como as respetivas hierarquias do departamento de Produção.

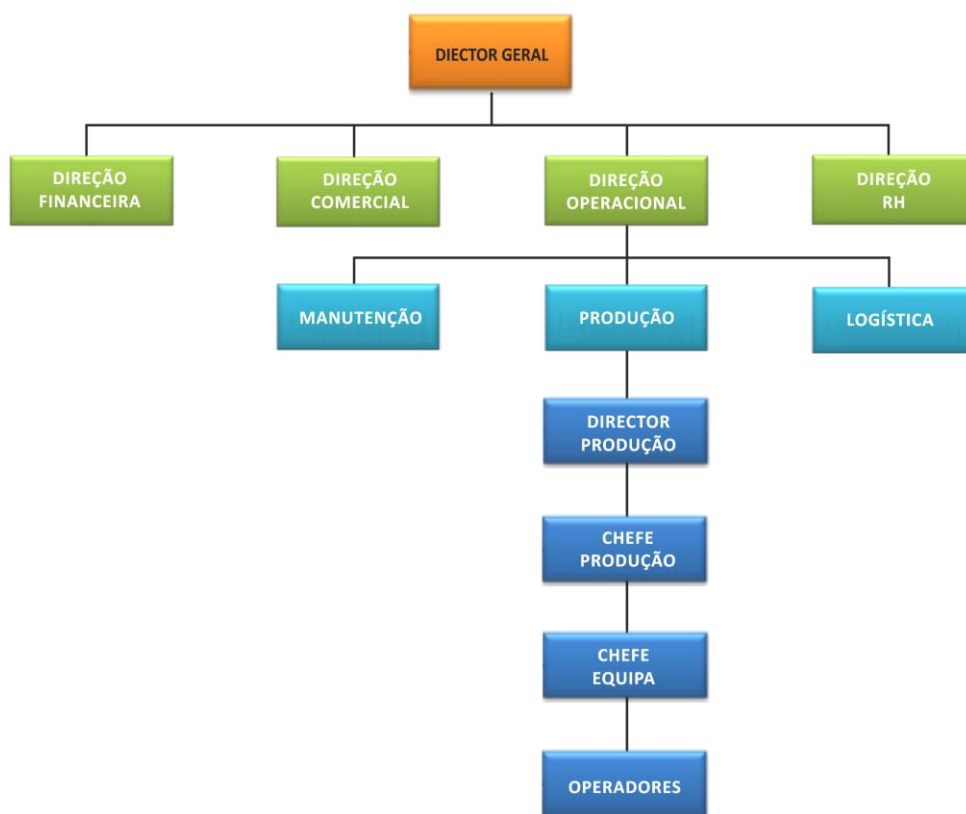


Figura 3.3 - Organograma fábrica Porto Alto

Com uma carteira de clientes extensa e uma lista variada de serviços personalizados para oferecer, a Elis realiza, de forma interna e continua, uma distinção destas categorias através de um agrupamento de “Coleções”. Cada uma é projetada com a finalidade de oferecer diferentes

possibilidades, de produtos e serviços, tendo em conta cada nota de encomenda. Fazem parte deste vasto leque de opções, as linhas *standard* e as linhas específicas (com diferentes características). Ambas são projetadas pela Elis com um objetivo comum: responder, de forma precisa, ao que o cliente procura. A par do seu forte carácter de adaptabilidade e de um posicionamento que privilegia a individualidade de cada cliente, a Elis disponibiliza ainda a possibilidade de criação de “Coleções Exclusivas”. Desenhadas numa base de exclusividade, contam com a participação ativa do cliente, a quem é dada a possibilidade de decisão acerca das várias particularidades dos produtos (tipologia, qualidade, cor, personalização com logótipo, entre outras).

Dada a elevada variedade de “Coleções” que a Elis apresenta em cada família de produtos, e considerando que esta dissertação pretende analisar o processo de tratamento dos Turcos – designação técnica para “roupa de banho” – apenas as coleções principais deste produto serão referenciadas. São elas:

- Holmes Place (banhos e rostos) – *coleção personalizada a este cliente;*
- Holmes Place Cinza SPA (banhos e rostos) - *coleção personalizada a este cliente;*
- Ibis (Banhos e tapetes) - *coleção personalizada a este cliente;*
- Luxo (Banhos, rostos, tapetes e bidés) – *coleção projetada pela Elis;*
- Super Luxo (Banhos e rostos) – *coleção projetada pela Elis;*
- Standard (Banhos, rostos, tapetes e bidés) – *coleção projetada pela Elis;*
- Piscinas – *coleção projetada pela Elis;*
- Cabeleireiros - *coleção projetada pela Elis;*
- Novotel - *coleção personalizada a este cliente.*

3.2.3. Caracterização do processo de lavagem dos “turcos”

O processo de lavagem industrial – que envolve toda a dinâmica operacional efetuada desde o momento em que o produto é rececionado até à sua expedição – é organizado em sensivelmente sete etapas que apresentamos no fluxograma abaixo (Figura 3.4):

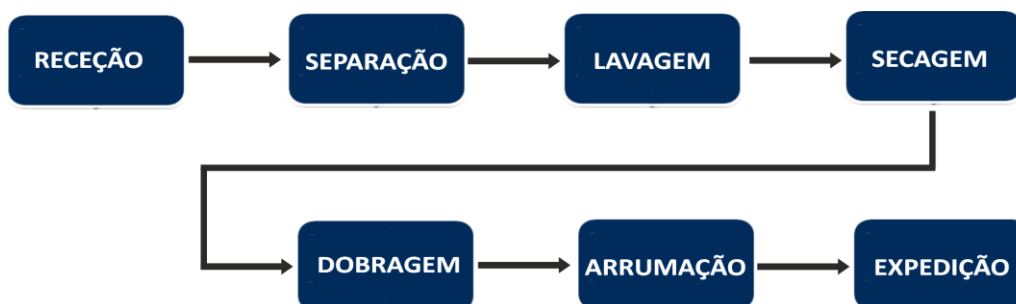


Figura 3.4 - Representação esquemática do circuito de lavagem dos Turcos

Receção do Produto – Chegada da Roupa Suja

O processo de recolha e entrega da roupa é inteiramente da responsabilidade dos agentes de serviço. A roupa é recolhida, acondicionada e transportada em sacos criados para este efeito que, uma vez chegados à zona de descargas da lavandaria industrial, são colocados em “carros de hotel” e posteriormente distribuídos por categoria e nome de cada tipo de coleção. No que se refere a funções laborais, os agentes de serviço são responsáveis por deixar o produto na zona de descarga, enquanto um outro tipo de operário tem a função de transportar os sacos, já devidamente categorizados, para o interior da fábrica.

Separação - Controlo de entrada Hotéis

No controlo de entrada de hotéis, os sacos são abertos, a roupa separada (atividade humana) por tipologia (“turcos”, “roupa de cama” – lençóis, fronhas, guardanapos, etc.) e colocada nos alvéolos (aberturas, que possibilitam a passagem da roupa para os carros que fazem o transporte para a etapa seguinte, a “lavagem”).

Túnel de Lavagem

A lavagem da roupa é realizada em dois túneis de lavagem. A escolha entre estas duas opções é realizada consoante a tipologia das peças: um túnel de lavagem funciona de forma exclusiva para turcos, outro para a restante roupa lisa. Cada tipo de coleção tem um programa de lavagem associado dentro do respetivo túnel, sendo que os ciclos de lavagem, assim como a quantidade de detergente e amaciador utilizada, são diferentes. Em média, a cada dois minutos, os túneis são carregados com 50 kg de roupa (“passe”).

Relativamente ao túnel dos turcos, é relevante referir que o ciclo de roupa, desde a entrada do túnel até à saída da prensa, demora aproximadamente 40 minutos, o que corresponde, em média, a 1500 kg/h. À saída da prensa, a roupa é conduzida por um sistema automatizado que transporta os “passes” para as máquinas de secagem.

Secagem

O processo de secagem é constituído por seis secadores. Cada um suporta dois passes por secagem, ou seja, 100 kg. Quando a secagem está completa, a roupa é descarregada para recetáculos de grande dimensão, denominados comumente de “banheiras”, que são movidos manualmente pelos operadores.

Dobragem

O processo de dobragem assenta em cinco máquinas. Cada uma possui uma “operadora introdutora” cuja função é introduzir roupa na “Máquina Dobradora”. As “Máquinas Dobradoras” vão dispensando a roupa já dobrada em conjuntos de cinco ou dez peças, agrupadas de acordo com a sua tipologia, em função da exigência de cada coleção.

Arrumação

Depois de dobradas e agrupadas, as peças são empurradas pela máquina para uma passadeira. É nesta fase que uma operadora, designada como “arrumadora”, arruma a roupa nos carros de hotel. Este processo de arrumação é, geralmente, realizado de forma *standard* para cada coleção. Contudo, e em apenas alguns casos, a arrumação é personalizada de acordo com as exigências do cliente ou com as características específicas de uma encomenda especial. Depois de a roupa estar arrumada nos carros de hotel, existem duas possibilidades:

- caso se trate de uma coleção sem entrega imediata, as peças são alocadas em zonas próprias para *stock* de roupa;
- caso se trate de uma encomenda a expedir, as peças são transportadas pelos operadores para a zona de expedição.

Expedição

É nesta fase do processo que se realiza a confirmação da encomenda do cliente, através da verificação da arrumação nos carros de hotel. Após esta verificação, cada carro é etiquetado, organizado por cliente e/ou zona geográfica, e reservado no respetivo local. Desta forma, dá-se o término do processo de tratamento do produto, ficando o mesmo disponível para ser recolhido pelos agentes de serviço.

Para melhor compreensão destes processos, encontra-se no Anexo A o *layout* parcial da fábrica, incorporando esta área de trabalho.

3.3. Identificação de Problemas/Desperdícios e Oportunidades de Melhoria

Este capítulo tem como objetivo identificar e analisar os motivos de paragens de máquina que mais influenciam o desempenho da linha de produção.

Paragens de Produção

Através de um estudo do processo laboral dos operadores, concretizado de forma exploratória e visual, foi possível verificar a ocorrência repetida de paragens significativas de máquina (“máquinas dobradoras”) na linha de produção após o processo de secagem. Os dados obtidos através desta análise foram concordantes com aqueles obtidos semanalmente através dos relatórios do sistema (ver o exemplo da Máquina Dobradora 2, da semana 8, Anexo B), o que deixou clara a existência de um problema e a necessidade de alterar procedimentos para uma maior eficácia.

As paragens repetidas das “máquinas dobradoras” estavam associadas a um período de *standby*, uma vez que, após 8 segundos sem atividade, o sistema encontrava-se programado para exigir, ao operador, uma justificação acerca do tempo de pausa. De notar que esta era uma etapa obrigatória para se poder proceder à reativação da máquina. A informação em questão era apresentada num computador de bordo, incluído em cada máquina, que dispunha os possíveis motivos de paragem, a serem tabelados como “Apelidos Organizacionais”.

De acordo com o Anexo B, verificou-se, na semana 8 (exemplo de Máquina Dobradora 2), que a maioria das paragens de máquina eram provocadas pelos motivos referidos como “Apelidos Organizacionais”, ou seja, diziam respeito a paragens com mais de 8 segundos provocadas por motivos extraordinários à função principal das “Operárias Introdutoras”.

Os motivos de paragem de máquina desta linha de produção apresentavam-se com o valor médio de 18,5% e eram distribuídos conforme é apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Resultados da semana 8 das máquinas dobradoras

Apelidos Organizacionais	18,50%
Mudança de série	8,83%
Triagem e Mistura	5,61%
Introdução na Receção	3,23%
OEE	63,00%

Estes valores assumem-se como o principal motivo para a existência de um OEE (TRG – termo utilizado pela empresa) das máquinas em questão – com valores que atingiram os 63% durante a semana de análise.

Do outro lado do espetro, as avarias representaram 3,9%, com os restantes motivos de paragem de máquina a exibirem valores percentuais reduzidos. Importa, neste sentido, realçar que as paragens de máquina – quer provocadas por avarias, quer pelos “Apelidos Organizacionais” – incidem diretamente nos resultados relativos aos desvios de cadência, parâmetro de medição da produtividade individual de cada operador.

Com a identificação dos principais problemas que dão origem às paragens anteriormente mencionadas, ainda eram desconhecidas as suas causas. Para esta análise, através de observação direta, apresentam-se as causas, que deram origem ao diagrama de Ishikawa da Figura 3.5.

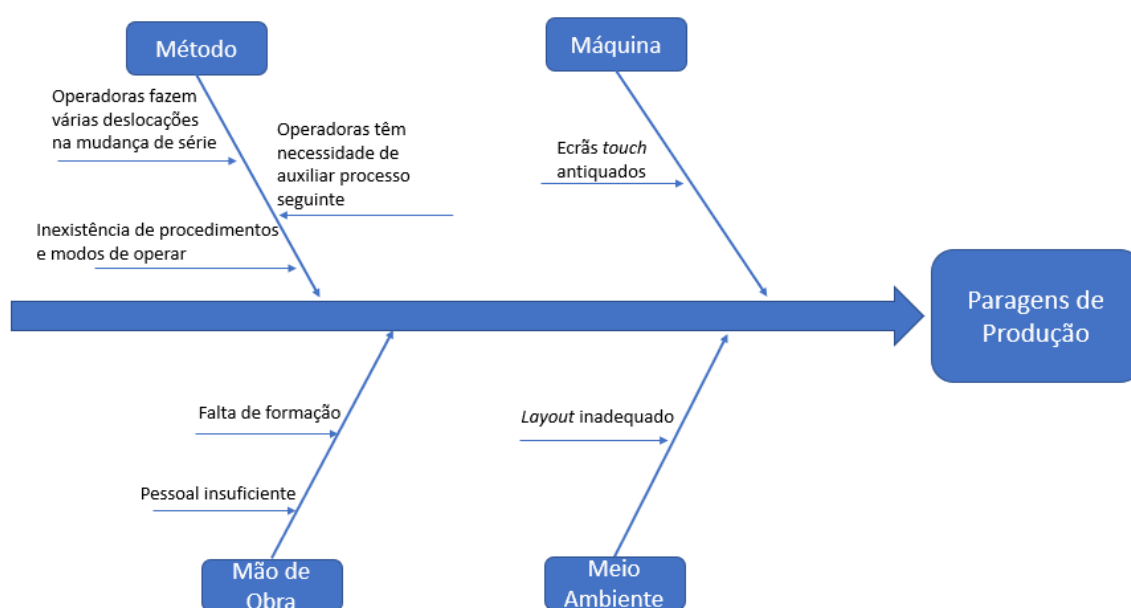


Figura 3.5 - Diagrama de Ishikawa relativamente às paragens de produção

Assim, e em conformidade com os sete tipos de desperdícios defendidos por Suzaki (1987), referidos na secção 2.1.2, durante esta investigação foi possível identificar dois desperdícios latentes no presente caso de estudo: “Desperdício com o Transporte” e “Atividades Desnecessárias”, conforme descritos a seguir.

3.3.1. Paragem de produção: mudança de série – desperdício com o transporte

Tal como previamente indicado, a maioria das paragens de máquina apresentaram-se como sendo provocadas por “Mudança de Série”. Este “Apelido Organizacional” era utilizado para classificar a

ação de deslocação das “operadoras introdutoras” até à “zona de banheiras” sempre que a dobragem do lote, referente à sua máquina de trabalho, era finalizada.

No decorrer deste processo, e a acrescentar à duração do transporte da banheira vazia para troca, era frequente a ocorrência de perdas de tempo adicionais. Estas ocorriam sempre que a “zona de banheiras” não possuía matéria de trabalho disponível. Nestes momentos, cabia às operadoras dirigir-se à área das “máquinas secadoras” para a obtenção de banheiras preenchidas com roupa para dobrar e proceder à troca pela banheira vazia para a descarga seguinte (Figura 3.6).

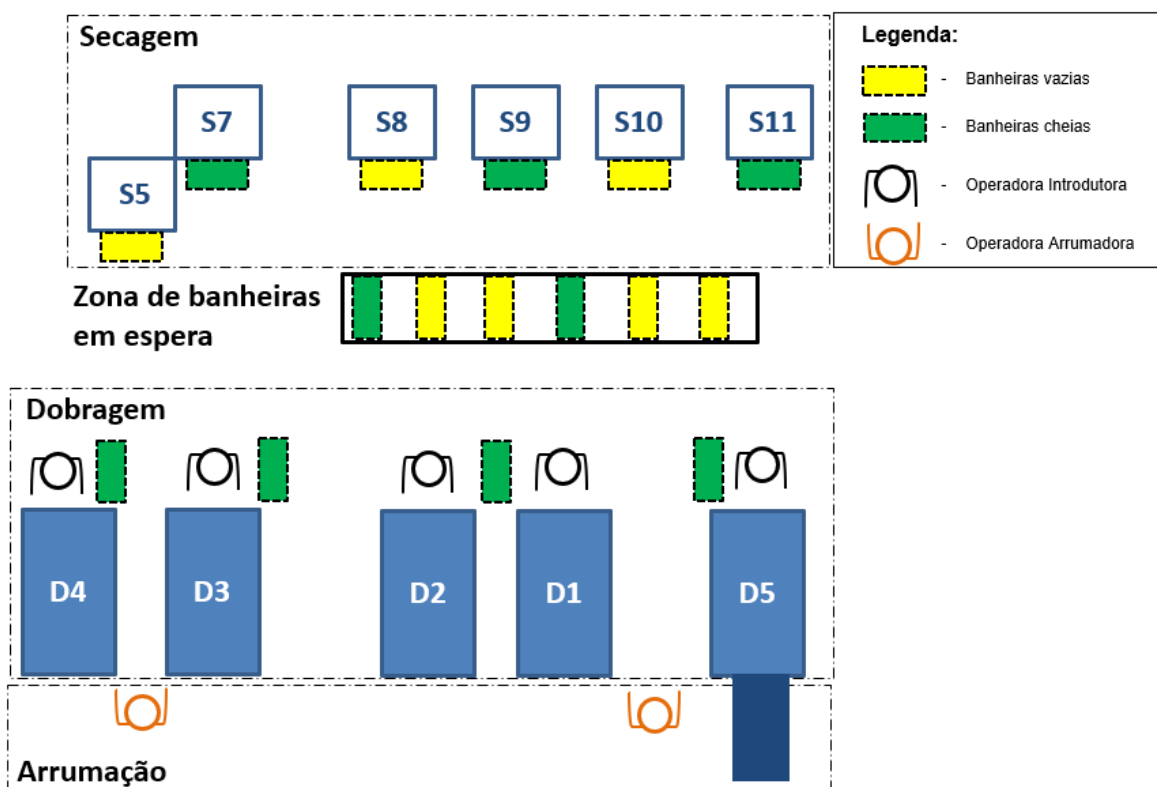


Figura 3.6 - Layout da seção dos turcos nos processos de secagem, dobragem e arrumação

Esta situação problemática acarretava, muitas vezes, uma outra agravante, igualmente negativa do ponto de vista da produtividade: era recorrente, a par da ausência de material de trabalho, a falta de indicações, por parte dos superiores hierárquicos, sobre qual a coleção a dobrar a seguir. Desta forma, era comum que a responsabilidade deste tipo de decisão ficasse concentrada na operadora presente no momento.

O tempo utilizado para tomar a decisão adicionava-se àquele gasto na deslocação da banheira e, consequente, procura de matéria de trabalho, formando-se vários elementos nefastos que atrasava o processo. Habitualmente, as operadoras optavam por uma de duas decisões:

- uma banheira com uma das coleções com a maior taxa de rotação (deliberação que necessitava de experiência associada);
- uma escolha baseada na conveniência que envolvia a coleção com gramagem inferior (mais leves e mais cómodas de introduzir na máquina).

Para uma melhor compreensão dos procedimentos associados à troca das banheiras, foi efetuado um fluxograma que é apresentado na figura 3.7.

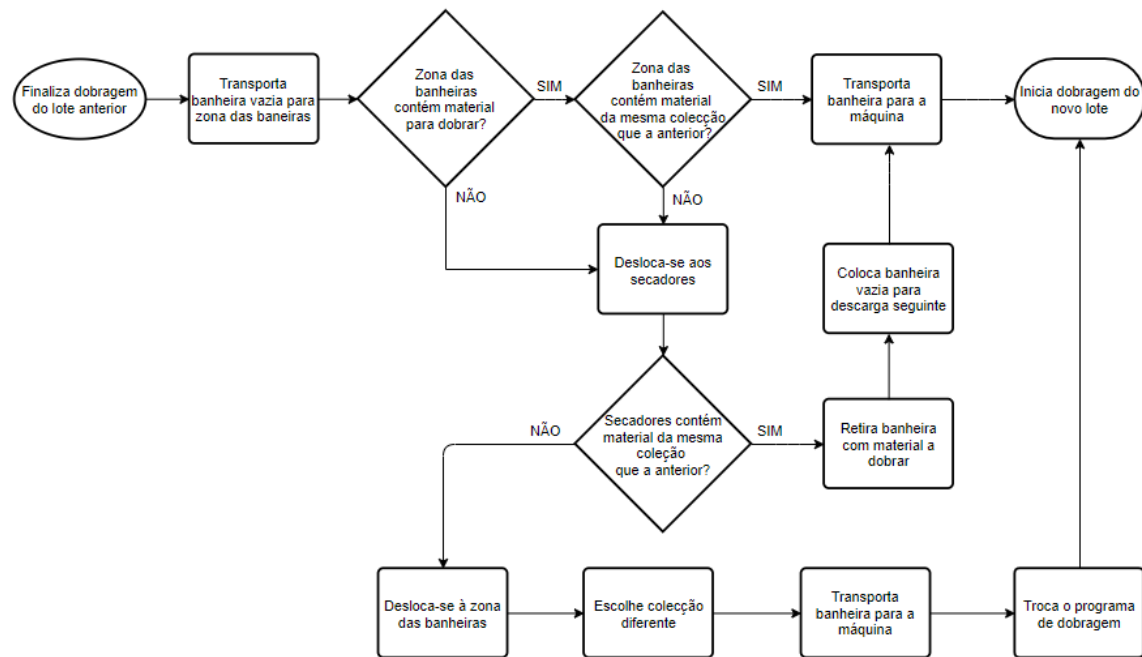


Figura 3.7 - Fluxograma do processo de mudança de série

É de notar a falta de procedimentos que existe no processo de mudança de série e deste modo, foi possível identificar oportunidades de melhoria. Assim, foi decidido proceder à definição de um plano de atuação estratégico para o planeamento da operação de transporte do produto, já que o processo até ali utilizado apresentava uma carência de método e organização – fatores fulcrais para a eliminação de desperdício desta ação de manuseamento (Suzaki, 1987).

3.3.2. Paragem de produção: mudança de série – troca de programa de dobragem

Os elementos anteriormente referidos podiam muitas vezes, passar a ter mais um elemento potenciador de atrasos – a troca de coleções entre dobragens.

As operadoras após obterem uma banheira com uma coleção a dobrar, acionavam o programa de dobragem relativo a essa coleção no quadro de bordo da máquina dobradora (Figura 3.8), e, só depois, davam início à introdução peça-a-peça na máquina.



Figura 3.8 - Quadro de bordo das máquinas dobradoras

A este processo, associavam-se dois fatores originadores de perdas de tempo significativas:

- (1) a antiguidade dos equipamentos, cujos ecrãs táteis dos computadores de bordo apresentavam um atraso (“*delay*”) nas ações;
- (2) a destreza tecnológicas das operadoras.

Importa referir o impacto negativo que a antiguidade das máquinas tinha em todo o processo: o ecrã tátil era pouco intuitivo, dificultando a mudança de programa de dobragem.

3.3.3. Paragem de produção: “introdução na receção” – atividades desnecessárias

No grupo de paragens de máquina caracterizadas com o termo “apelidos organizacionais” foi ainda identificado um outro motivo para o elevado valor percentual registado. Tratava-se da “introdução na receção”, designação referente ao processo repetido no qual a “operadora introdutora” ter de interromper a sua função de introdução de peças na máquina dobradora para auxiliar a colega operadora na função seguinte, ou seja, no processo de arrumação das peças debitadas pela máquina dobradora.

Como se pode verificar na imagem anterior (Figura 3.4), existem, nesta seção da fábrica, cinco máquinas dobradoras, cada uma com uma “operadora introdutora”. Por outro lado, e no momento de análise, existiam apenas duas “operadoras arrumadoras” para a totalidade de máquinas disponíveis. Estas operadoras têm como função a arrumação e, por isso, encontram-se responsáveis por retirar os conjuntos de peças da superfície da máquina, arrumar esta roupa nos

devidos carros de hotel e ainda fazer deslocações à “Zona de Descargas” para a obtenção de carros de hotel vazios. Até aqui, e tendo em conta o atrás referido, o método de divisão funcionava da seguinte forma: uma operadora, responsável pela arrumação da roupa, que saía das dobradoras 3 e 4 e, outra, detentora da mesma função, mas localizada nas dobradoras 1, 2 e 5. Para evitar a sobrecarga desta segunda colaboradora, as “operadoras introdutoras” da dobradora 1 e 2 acabavam por partilhar a mesma banheira para peças da mesma coleção, por questões relacionadas com a facilidade de arrumação. Esta medida, criada rapidamente para resolver o problema, mas que carecia de planeamento estratégico, não era suficiente para atenuar o fluxo de trabalho no processo de arrumação. A dificuldade em corresponder ao nível de produtividade exigido mantinha-se, continuado a ser sentida por qualquer operadora que, em determinado momento, se encontrasse a realizar a função de arrumadora (num ou outro lugar).

Estas operadoras com a função de arrumação tinham de retirar os conjuntos de peças da superfície da máquina e arrumar esta roupa nos devidos carros de hotel, respeitando a coleção, e ainda fazer deslocações à Zona de Descargas para obter carros de hotel vazios para a sua principal função.

Deste modo, ficou, desde logo, clara a importância do papel das operadoras introdutoras neste processo de arrumação. Perante uma situação de introdução contínua de peças na máquina dobradora, as operadoras arrumadoras não teriam capacidade para acompanhar a velocidade a que são dispensados os conjuntos de roupa. Esta incapacidade de resposta poderá criar situações nas quais o risco de o tapete de saída da máquina ficar sobrelotado é elevado. A sobrelotação significaria a queda da roupa para o chão e conseqüente repetição de todo o processo.

Segundo a perspetiva de Suzaki (1987), o desperdício traduz-se no planeamento deficiente ou inadequado do trabalho, o que leva a uma desorganização e deficiência na produtividade. Não só o número insuficiente de operadoras arrumadoras constituía um problema grave, como a tendência de auxílio apresentada pelas operadoras introdutoras numa função que não era a sua se assumia como nefasta para a atividade. O resultado? Uma atuação sem acrescento para o valor do produto. Perante esta realidade, criar uma solução para que não fossem interrompidas outras etapas do processo de produção tornou-se imperativo.

3.4. Propostas de Melhoria

O presente capítulo visa a apresentar as propostas de melhoria do processo da seção de dobragem dos turcos, como resposta aos desperdícios anteriormente descritos. Também será apresentado algumas propostas de melhoria que poderão ter impacto na produtividade global desta secção.

3.4.1. Redução dos tempos de paragem por Mudança de Série

Ao analisar as Paragens de Produção denominadas com o Apelido Organizacional “Mudanças de Série” (termo atribuído para caracterizar a interrupção da utilização da máquina dobradora

decorrente da troca das banheiras vazias por banheiras com roupa a dobrar), verificou-se que estas deslocamentos não acrescentavam valor ao processo. Além deste efeito nefasto, e como consequência, ocorriam ainda paragens significativas de máquina, responsáveis pelo prejudicar do OEE e do desgaste físico nas operárias (este último, decorrente da realização uma função extra e secundária).

Implementação da ferramenta SMED

Tendo em conta as características de utilização da ferramenta SMED, e o contexto em análise, optou-se pela seleção desta metodologia de trabalho, com o objetivo de simplificar o procedimento e desperdício associados à movimentação das banheiras.

Para aplicar a ferramenta SMED na troca de mudança de série, é necessário seguir os seguintes passos:

- Observar e analisar o procedimentos de mudança de série;
- Identificar e separar as operações internas das externas;
- Converter operações internas em externas;
- Melhorar as operações internas e externas.

Através de várias observação passo-a-passo de todo o processo, da análise da dinâmica laboral e da identificação das problemáticas associadas à produtividade, da elaboração do fluxograma apresentado no capítulo anterior, procedeu-se à construção um diagrama de esparguete (Anexo C) como ferramenta de auxílio, em que é exibido os diferentes fluxos de deslocação das operadoras nas diferentes situações que se deparam no dia-a-dia.

O passo seguinte, é identificar e separar as operações internas e externas. Através da observação, recurso ao fluxograma e ao diagrama de esparguete, conclui-se que todas as operações podem ser externas na medida que podem ser feitas durante a dobragem de um lote, à exceção da troca do programa de dobragem, quando assim é necessário.

Após identificação e separação das operações, é necessário converter todas as operações internas para externas. Perante esta necessidade, aliou-se a ferramenta SMED à metodologia 5s, de forma a criar condições mais favoráveis às operadoras da dobragem, reduzindo e/ou eliminando as deslocamentos em busca de material de trabalho, tornando a ação mais intuitiva e objetivando a redução de perda de tempo, através da organização, definição de procedimentos e da padronização de material de trabalho.

Implementação da metodologia 5S – Reorganização do *layout* das banheiras em espera

A implementação da metodologia 5s centrou-se na redução do valor das paragens de produção registadas como “Mudança de Série”, com a finalidade de eliminar deslocações desnecessárias das operárias introdutoras. Desta forma, foi tida em vista uma melhor organização do sector, a eliminação dos desperdícios e o aumento de produtividade.

Apresentam-se de seguida as medidas implementadas em função das cinco etapas da metodologia 5S:

Seiri – Classificar

Nesta etapa, identificaram-se os materiais necessários para a execução da tarefa de dobragem, após a secagem da roupa lavada. Estes materiais consistem nas banheiras com as coleções de roupa seca (que se encontram na “Zona das Banheiras”, ou junto das máquinas de secagem). Neste espectro da atividade em análise, não foram identificados quaisquer materiais desnecessários para o exercício das funções laborais.

Seiton – Organizar

Na fase seguinte, foram definidos os locais mais adequados para a arrumação das banheiras com roupa para dobrar. Elaborou-se, um novo *layout* com uma nova organização, localização e arrumação de banheiras, criando-se a possibilidade de que a tarefa fosse executada por qualquer colaborador.

As banheiras foram arrumadas de forma a permitir um melhor fluxo de trabalho e a reduzir as deslocações desnecessárias feitas pelas operadoras introdutoras. Na sequência desta alteração, as banheiras com roupa seca, retiradas das máquinas secadoras, passaram a ser arrumadas diretamente junto de cada máquina dobradora. Já as banheiras com produto passaram a ser deixadas na zona das banheiras somente quando já existia uma banheira a ser utilizada e outra em espera, na área de cada máquina dobradora.

Nesta etapa, também foi considerada a organização das banheiras de modo a que estas não atrapalhassem as condições mínimas de segurança. Assim, junto de cada máquina, como anteriormente referido, apenas poderão estar, no máximo, duas banheiras (uma a ser utilizada no momento para a dobragem da coleção e, outra, em espera). Na figura 3.9 apresenta-se a aplicação das técnicas *Seiri* e *Seiton*.

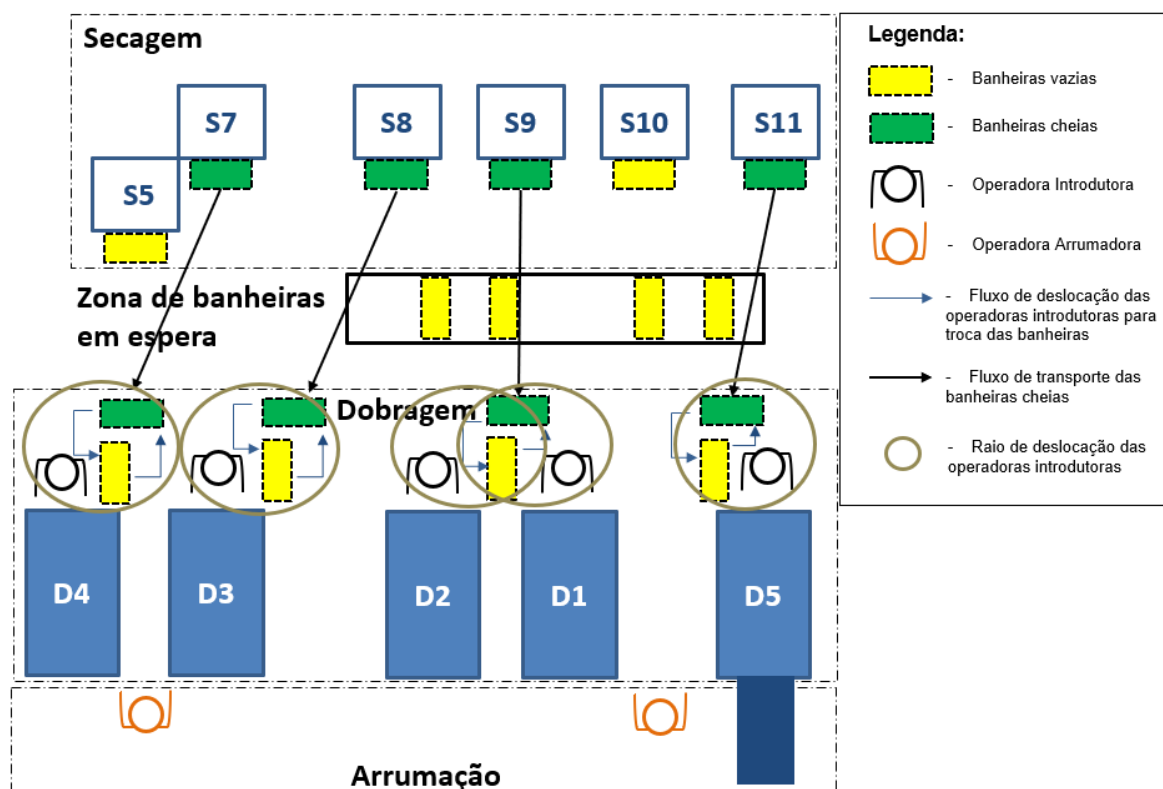


Figura 3.9 - Layout da seção após aplicação das técnicas Seiri e Seiton

No entanto, com esta nova prática de trabalho surge uma contrapartida. Era necessário haver uma pessoa com a responsabilidade de atribuição e organização das banheiras neste processo, para que as operadoras introdutoras conseguissem ter as condições de trabalho para evitar as tais deslocações pelo setor.

Aplicação da Análise Substância-campo - Introdução de chefe de equipa ao sistema

A implementação da metodologia TRIZ surge como resposta à ocorrência de um efeito prejudicial identificado no sistema. Esta situação era decorrente do facto de as operárias introdutoras terem, sobre si, a responsabilidade de movimentar as banheiras para a realização das funções principais que lhes estavam destinadas. Neste contexto, surgiu a necessidade de alocar um colaborador que passasse a ficar responsável pela arrumação e organização das banheiras (tarefas indispensáveis ao processo). Para resolver esta problemática utilizou-se a metodologia TRIZ, mais concretamente a “Análise Substância – Campo”.

A primeira tarefa a ter em conta é a “definição do sistema”, logo optou-se pela seguinte categorização: a substância S2 corresponde às operadoras introdutoras, a substância S1 às banheiras com coleções por dobrar, e o F representa a movimentação destas banheiras. Como se

pode verificar na Figura 3.10, estamos perante um sistema completo em que ocorre um efeito prejudicial.

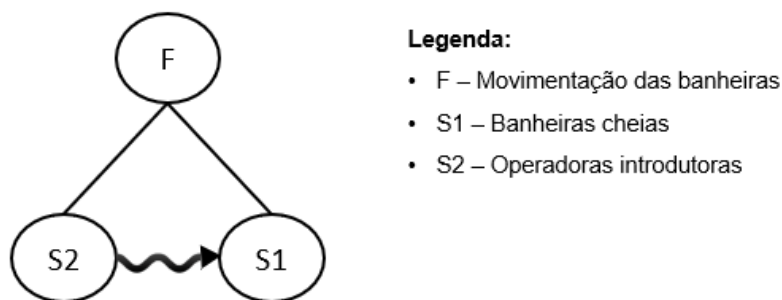


Figura 3.10 - Sistema completo com efeito prejudicial

Tal como destacado anteriormente, existem 76 “Soluções-Padrão” que podem ser resumidas em sete soluções gerais. Neste caso de estudo, a Solução Geral 2 (“Modificar a substância S2”) assume-se como a mais adequada para eliminar a função secundária da lista de tarefa das operadoras introdutoras. Assim sendo, cada uma passaria a dedicar-se apenas à sua função principal (Figura 3.11).

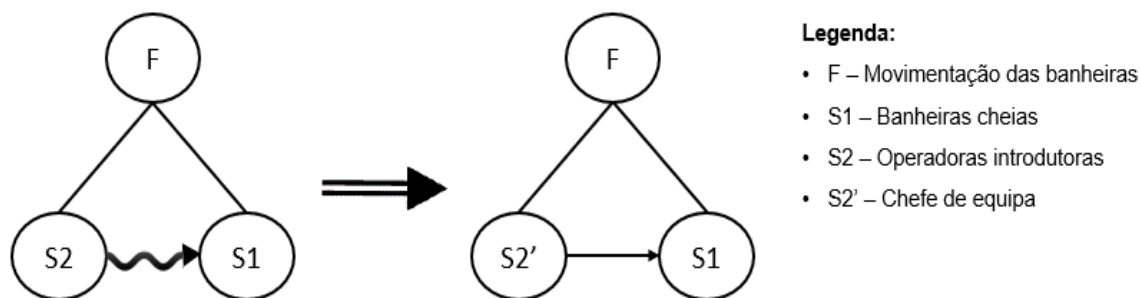


Figura 3.11 - Modificação da Substância S2

Desta forma, a alteração da substância S2 consiste em passar a ação da movimentação e organização das banheiras à chefia de equipa, permitindo a redução do tempo de paragens de máquina, o aumento da produtividade da linha de produção e consequentemente o OEE das máquinas dobradoras. Além dos inúmeros ganhos atrás descritos, a introdução da chefia de equipa, como responsável pela zona das banheiras, originou modificações no sistema que facilitaram o processo de comunicação entre chefe de produção e operárias introdutoras. No passado recente, a chefia de produção comunicava individualmente operadora a operadora, as necessidades de expedição, depois desta mudança, passou apenas a precisar de informar a chefia de equipa que, agora, fazia a distribuição das banheiras consoante as necessidades de expedição.

Seiso – Limpar

Este S já era uma prática corrente na empresa. No final de cada turno, os operadores efetuavam a limpeza do seu local de trabalho, de modo a facilitar o início do turno seguinte. Não foram identificadas quaisquer falhas que necessitassem melhoria.

Seiketsu – Padronizar

Nesta quarta fase, foi necessário consciencializar as operadoras para a importância de trabalhar num local organizado, alertando ainda para a relevância da existência de valores como o respeito, colaboração e ajuda entre funcionários. Além da dinâmica e espírito de grupo, foi ainda destacada a importância a nível individual, no sentido de sublinhar que a eficácia das resoluções depende da participação de cada um. De forma a incutir este novo formato de trabalho, procedeu-se à realização de uma formação, com auxílio a um fluxograma (Figura 3.12), cujo objetivo foi garantir que todos os funcionários compreendiam a base da modificação implementada, bem como, que os ficassem dotados da formação necessária para o desempenho de novas normas de procedimento.

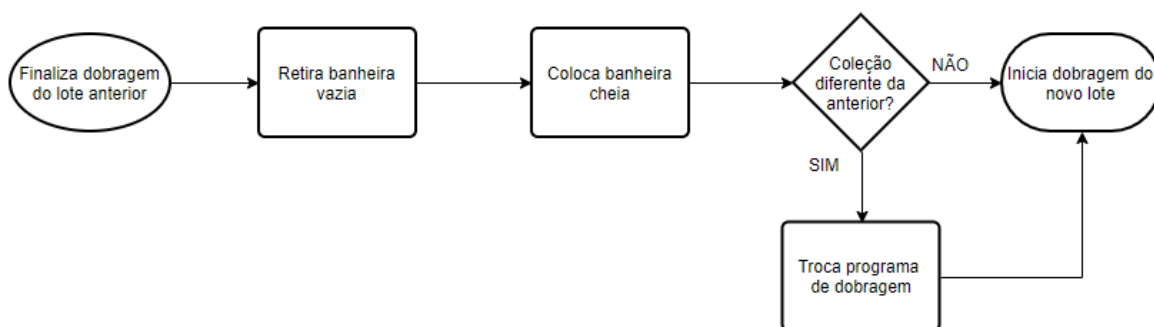


Figura 3.12 - Novo fluxograma do processo de troca das banheiras

Para além da formação, foi afixado junto de cada máquina uma tabela com o novo procedimento de trabalho para mudanças de série (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Novo procedimento de trabalho de trocas das banheiras

Procedimento de trabalho para troca de banheiras
1 - Finaliza dobragem lote anterior
2 - Retira banheira vazia
3 - Coloca banheira cheia
4 - Troca programa de dobragem (se aplicável)
5 - Inicia dobragem lote seguinte

Adicionalmente, a chefia de equipa possuía também a responsabilidade de ser sensível à correta atribuição de banheiras, ou seja, à organização estratégica destas e das máquinas operadoras, com o objetivo de diminuir a necessidade de alteração de programa de dobragem – conseguido através da antecipação de trabalho, deixando em espera, junto a cada máquina dobradora, uma banheira com a mesma coleção que está a ser dobrada em determinado momento.

Shitsuke – Disciplinar

Após a formação, nesta fase Disciplinar, realizou-se uma supervisão rigorosa para garantir a implementação do novo método de organização e prática de trabalho. Foi feita uma manutenção através de:

- Comunicação;
- Formação, quando identificada a necessidade;
- Certificação de autodisciplina.

Por se tratar de uma alteração de um hábito praticado diariamente há já algum tempo, optou-se por, numa fase inicial, realizar uma inspeção mais intensa. Contudo, importa referir que, com o reconhecimento, por parte da equipa, das vantagens deste novo formato, as operadoras em geral apresentaram uma evolução rápida e contínua, passando a cumprir em pleno e de forma rigorosa os novos procedimentos.

O último passo do SMED é melhorar os tempos das operações internas e externas. Deste modo, houve a necessidade de encontrar soluções que permitam às operadoras despendar mais tempo na máquina a produzir. As operadoras introdutoras, além de desempenharem a tarefa de introduzir peças nas máquinas dobradoras, eram também responsáveis pela seleção do programa na máquina segundo o tipo de coleção a dobrar.

Programação dos Computadores de Bordo das Dobradoras

Como resposta a este problema, procedeu-se à análise de fatores, com o objetivo de melhoria. Logo à partida, foi possível verificar que os ecrãs dos computadores de bordo das máquinas continham oito botões, até ali, inutilizados dada que a eficácia do ecrã “touch” ficavam aquém da eficiência necessária, capazes de responder mais rápido a ação.

Para identificar as coleções com maior taxa de rotação, uma vez que existiam 8 botões para 10 programas, realizou-se um estudo relativo ao número médio de peças processadas por coleção por semana, análise efetuada a 4 semanas anteriores, o que resultou na representação gráfica apresentada na figura 3.13.

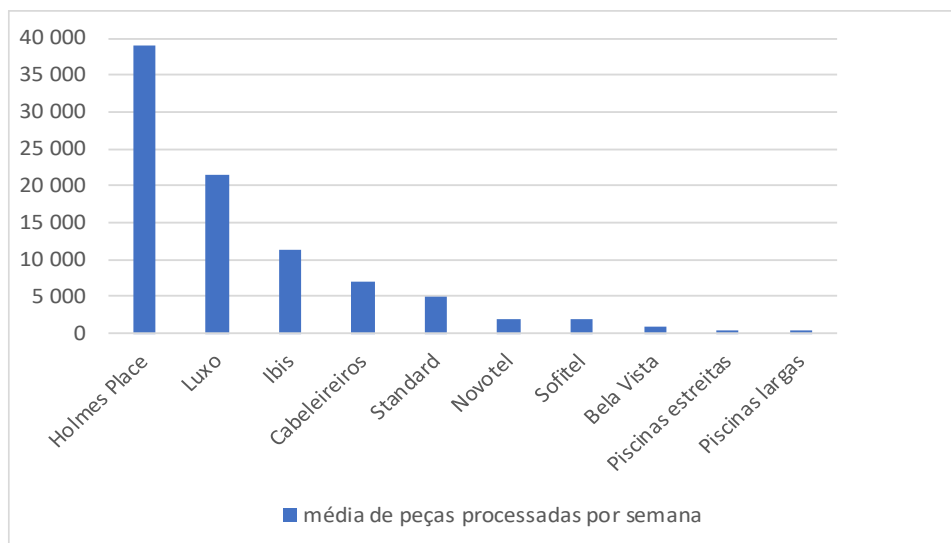


Figura 3.13 - Representação gráfica do número de peças processadas por semana

Através da figura, foi fácil perceber que as coleções “piscinas estreitas” e “piscinas largas” eram as coleções com menor taxa de rotação, correspondentes a coleções requisitadas em maior número em época alta.

Apresentando-se como uma solução mais viável (mais rápida e intuitiva), os oito botões foram programados com atalhos para os programas de dobragem das coleções com maior taxa de rotação. Com o objetivo de simplificar e facilitar a ação das operárias na utilização dos computadores de bordo, foi criada uma tabela com a designação do botão correspondente a cada programa de dobragem da coleção (Figura 3.14).



Tecla	Coleção	Programa	Artigo	Código Artigo
F1	Standard	20	Tapetes Rostos Banhos	20 70 71
F2	Ibis	42	Tapetes Banhos	42 52
F3	Luxo	45	Tapetes Rostos Banhos	45 90 91
F4	Novotel	48	Tapetes Rostos Banhos	46 80 81
F5	Bela Vista (janelas)	50	Tapetes Rostos Banhos	50 85 86
F6	Sofitel	51	Tapetes Rostos Banhos	51 83 84
F7	Holmes Place	60	Banhos Rostos	61 62
F8	Cabeleireiros	6		6
	Piscinas estreitas	7		7
	Piscinas largas	8		8

Figura 3.14 - Programação de atalhos dos programas de dobragem

Foi deste modo possível reduzir o número de vezes que as operadoras utilizavam o meio mais lento, dado que passaram a utilizar o ecrã tátil somente para selecionar os restantes dois programas de dobragem (da totalidade de dez).

Em suma, a poupança de tempo foi significativa, assim como, a produtividade e bem-estar das funcionárias – que, agora, desempenhavam a tarefa de forma mais intuitiva e sem momentos de frustração relacionados com a falha e/ou inaptidão tecnológica.

Na elaboração desta tabela foi tida em conta a linha de pensamento de Pinto (2009). O autor afirma que a “Gestão Visual” está intimamente relacionada com o fato de as informações visuais necessitarem possuir uma linguagem simples e acessível, para que, assim, possam ser compreendidas por todos. O autor destaca, como essenciais, dois fatores para a eficácia deste tipo de comunicação:

(1) a zona visual, ou seja, o local onde são colocadas as mensagens visuais;

(2) e a forma como é disposta a informação na documentação visual em si.

Assim sendo, e perante esta linha de argumentação, a tabela foi elaborada com linguagem simples e colocada, em local visível e acessível, ao lado do quadro de bordo das dobradoras, para que fosse compreendida de forma eficiente e rápida por todos.

A implementação destas metodologias teve resultados imediatos na produção, tendo-se registado um aumento significativo de peças por hora, e por consequência, no fluxo do processo seguinte.

Contudo, este aumento veio provocar ainda mais escassez de mão-de-obra na função arrumação, pelo que houve necessidade de proceder a reajustes neste setor com vista à melhoria do processo.

3.4.2. Redução dos tempos de paragem por “Introdução na Receção”

No que diz respeito às paragens de produção nomeadas como “Introdução na Receção”, tal como referido anteriormente, o número de elementos da equipa da arrumação era insuficiente. Por este motivo, surgiu a necessidade de alocar um elemento para ajudar na tarefa de arrumação das peças, de forma a que esta função deixasse de ser requisitada às operadoras introdutoras (da equipa de dobragem). Reduzia-se, assim, as paragens de produção no processo de dobragem.

Conforme atrás mencionado, para três máquinas dobradoras (D2, D1 e D5) existia somente uma operadora arrumadora. Neste sistema, a substância S3 representa a operadora introdutora, a S4, a operadora arrumadora, sendo o campo F a tarefa de arrumação. Há um efeito negativo/prejudicial entre estas duas substâncias, como representado na figura 3.15.

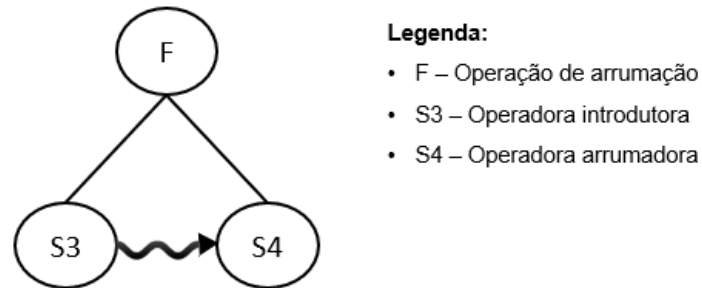


Figura 3.15 - Sistema 2 completo com efeito prejudicial

Neste caso, a resolução mais adequada é novamente a solução geral 2. Estávamos novamente perante a necessidade de modificar a substância S3, para, mais uma vez, eliminar uma função secundária da responsabilidade das operadoras introdutoras e, assim, dar-lhes mais tempo para a realização da sua tarefa principal (Figura 3.16). Aqui, a alteração do S3 será realizada através da adição de mais uma operária arrumadora, que deste modo ficam duas pessoas responsáveis pela tarefa de arrumação de roupa nas três máquinas, evitando que as operadoras introdutoras tenham essa necessidade.

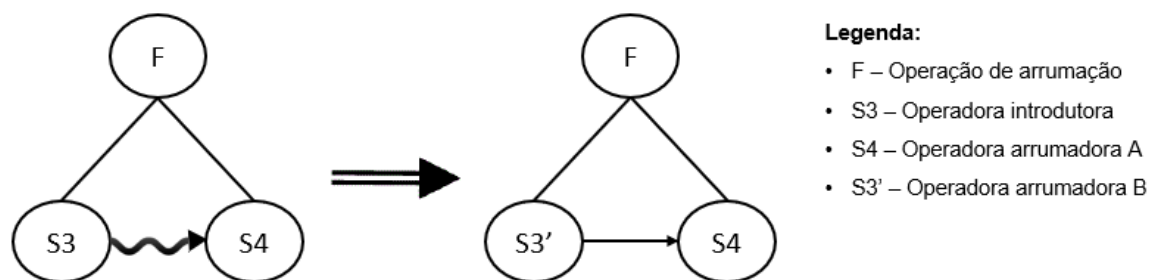


Figura 3.16 - Modificação da Substância S3

Com a introdução de mais um elemento no processo de arrumação, conseguiu-se que as operadoras introdutoras dispusessem de mais tempo para a tarefa de introdução de peças nas máquinas dobradoras, sem necessidade de deslocações e/ou outras tarefas desnecessárias. A mesma solução foi implementada para as máquinas D4 e D3, estações de trabalho nas quais se introduziu mais um elemento para realizar a tarefa de arrumação. Contudo, após a implementação desta mudança foi possível verificar que, apesar de apenas um elemento para realizar esta tarefa ser insuficiente, a existência de dois elementos acabava por originar um excesso de mão de obra. Passaríamos, assim, a estar perante um sistema ineficiente, na medida em que existiam pessoas a mais para o desempenho desta tarefa (figura 3.17).

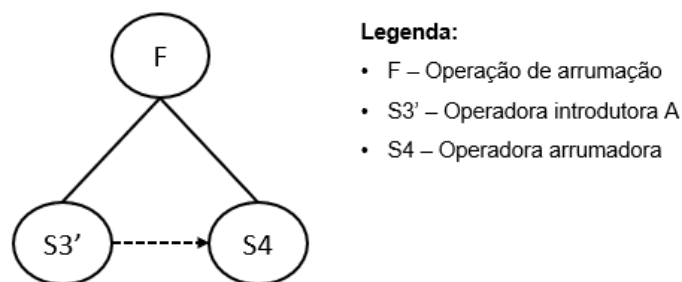


Figura 3.17 - Sistema Ineficiente

Neste caso, a solução mais apropriada seria a Solução Geral 5, ou seja, a implementação de um novo campo Fx, para redução do efeito negativo/prejudicial (Figura 3.18).

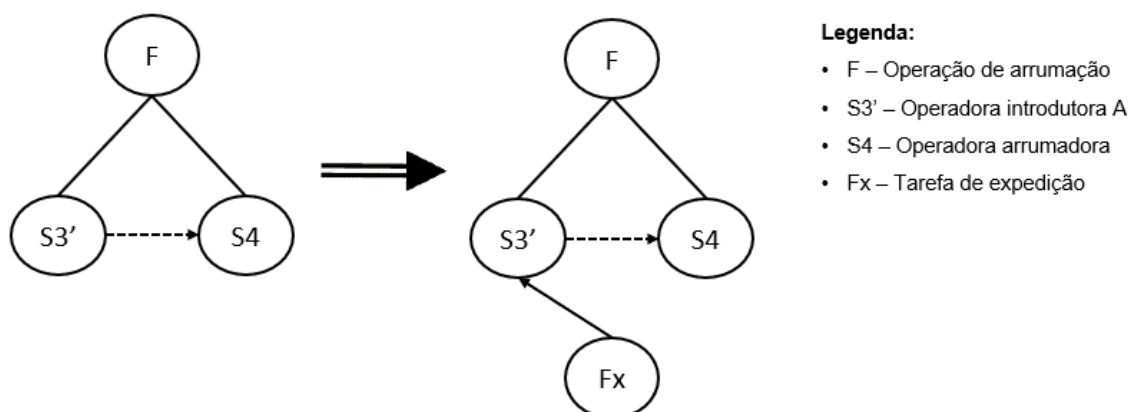


Figura 3.18 - Introdução de um novo campo

Este novo campo Fx, consistiu na atribuição de mais uma tarefa a esta nova operadora: o auxiliar na tarefa de expedição. Assim, este novo elemento não só ajudava na expedição (preparação de encomendas), como facilitava a comunicação entre funcionários da arrumação e as necessidades de cada expedição. Esta nova operadora dividia-se entre as duas secções, reduzindo as funções da chefia de equipa na expedição, aumentando a disponibilidade desta para se dedicar à nova tarefa que lhe havia sido previamente atribuída (a distribuição das banheiras).

Com a implementação destas metodologias e ferramentas foi possível reestruturar alguns procedimentos entre os processos de secagem, dobragem, arrumação e expedição, agregando o aumento do OEE das máquinas dobradoras.

3.4.3. Outras propostas de melhoria

O estudo decorreu essencialmente na “Dobragem”, secção que originava maior preocupação devido aos frágeis resultados de produtividade. Esta era uma realidade nefasta, especialmente por se tratar de uma das mais importantes secções da organização – ou seja, a última paragem do produto antes da apresentação ao cliente e, por isso, a etapa final no assegurar da qualidade.

No entanto, no decorrer do estudo verificou-se a existência de oportunidades de melhoria em outros sectores da fábrica, diretamente associados ao processo de dobragem que, ao não terem sido implementadas no decorrer do estudo, deverão sê-lo a curto prazo, pois não terá custos associados.

Aproveitamento da Capacidade Dos Túneis de Lavagem

A passagem por várias secções, durante o decorrer do estudo, permitiu observar outras zonas de trabalho da “Lavandaria” e, assim, conseguir uma visão global da organização. A par das melhorias implementadas – que levaram, como já referido, a uma maior produção de peças por hora – procedeu-se à análise de outro segmento: estaria a lavandaria a tirar real partido da capacidade do túnel de lavagem?

De acordo com o manual de utilização, cada módulo do túnel tem a capacidade de sustentar 50kg de roupa seca. Tal como as máquinas de utilização doméstica, o manual de utilização do túnel desta lavandaria não prevê a alteração do peso das peças mediante a presença de humidade nos seus tecidos – fator que contribui para o aumento de peso, mas que pouco altera o volume.

A presença de humidade nas peças é comum no dia-a-dia desta organização: grande parte das peças de lavar são de “banho” e, por isso, ao estarem molhadas, são mais pesadas do que seriam nas condições naturais. É ainda importante ter em conta que, no que respeita a outros clientes e/ou tipologia de peças, esta situação pode igualmente registar-se – casos em que as toalhas não estão acomodadas em sacos, enquanto esperam para ser recolhidas pela Elis. Neste contexto, avaliou-se qual seria o peso efetivo da roupa, a colocar por passe, tendo em conta a capacidade máxima do túnel, sempre tendo em conta o garantir da qualidade e o evitar de paragens de máquina.

Para a realização desta análise foi efetuada uma amostragem da coleção com maior relação taxa de rotação / gramagem (“Coleção Luxo”) que consistiu na pesagem de dez conjuntos de roupa seca, comparados com dez conjuntos de roupa húmida, conforme apresentado na (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Estudo da Humidade da coleção Luxo

	LUXO									
	Peso Seco (g)	\bar{X} Peso Seco (g)	Peso Húmido (g)	\bar{X} Peso Húmido (g)	HR (%)	Kg / Passe	\bar{X} Peças ganhas / Passe (un)	\bar{X} HR (%)	\bar{X} Kg / Passe	\bar{X} Peças ganhas / passe (un)
BANHO	681,6	662,40	809,9	765,81	13,50	56,75	8,81	14,12	57,06	15,17
	692		754,1							
	658,1		798,2							
	643		736,8							
	664,2		776,1							
	647,2		737,9							
	654,6		719,4							
	670,3		773,8							
	662,2		780,3							
	650,7		771,6							
ROSTO	300,4	292,00	342,7	342,52	14,75	57,37	21,53			
	282,1		314,8							
	303,4		316,5							
	278		327,3							
	293,1		360,7							
	290,6		357,5							
	297,4		387,8							
	285,1		321,2							
	300,2		353							
	289,7		343,7							

Através desta análise, foi possível encontrar a percentagem média de humidade presente na totalidade da amostragem dos banhos e rostos: 14,12%. Comprovou-se assim, que a real capacidade do túnel, para esta coleção, é de 57 kg por passe, o que corresponde a um ganho de 15 peças por passe. Uma vez que o túnel lava cerca de 1200 quilos por hora, equivale a um ganho de 360 peças por hora, o que ao final de um turno de trabalho são 2880 peças lavadas a mais.

É de salientar que este estudo foi realizado no mês de abril, pelo que as condições climatéricas estavam mais secas que no outono ou inverno. Acredita-se que se o estudo fosse realizado em meses de chuva, os ganhos seriam muito maiores, pois muitos clientes e a própria Elis, muitas vezes guardam os carros com roupa suja em locais ao ar livre.

Após os resultados alcançados com a análise “Coleção Luxo”, procedeu-se à realização do mesmo procedimento de estudo para as restantes coleções com taxas de rotação elevadas. Os resultados, da aplicação do mesmo estudo às coleções “Holmes Place” e “Ibis”, encontram-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Resumo do estudo Humidade Coleções Holmes Place e Ibis

	HOLMES PLACE				
	\bar{X} Peso Seco (g)	\bar{X} Peso Húmido (g)	\bar{X} HR (%)	\bar{X} Kg / Passe	\bar{X} Peças ganhas / passe (un)
BANHO	340,87	439,15	18,79	59,4	31,23
ROSTO	174,28	205,53			
IBIS					
BANHO	337,38	411,3	24,05	62,03	39,82
TAPETES	182,12	260,65			

Conforme previsto, os ganhos para estas coleções, no que respeita à quantidade de peças por passe, são mais elevados – principalmente, por se tratarem de coleções com pouca gramagem. Numa ótica de comparação entre “Holmes Place” e “Ibis”, concluiu-se que o Ibis como não contém a tipologia de rostos, e sim tapetes, estes ganham mais humidade pois estão relacionados com os banhos. Assim, relativamente à coleção Holmes Place, para uma percentagem de humidade de cerca de 19%, é possível carregar o túnel com passes de 59 kg, o que corresponde a um ganho de cerca de 31 peças por passe. Por outro lado, a coleção Ibis, para uma percentagem de humidade de 24%, pode-se alimentar o túnel com passes de 62 kg, o que equivale a um ganho de 39 peças por passe.

Apesar de não estarmos perante um problema ou falha no circuito, um maior aproveitamento nesta fase do processo acabou por significar a eliminação de mais um tipo de desperdício. Como resultado, uma análise detalhada deste processo permitiu a criação de mais uma oportunidade de melhoria, capaz de contribuir para um maior aproveitamento de recursos. Aumentar o número de peças colocadas no “Túnel de Lavagem” por passe, tem duas consequências positivas:

- (1) o dispensar de conjuntos com maior quantidade de peças lavadas que, na fase seguinte, ficarão mais próximos de corresponder à capacidade máxima de secagem das máquinas secadoras;
- (2) a existência de uma maior quantidade de peças prontas para a fase de dobragem (pós-secagem), para a qual, atualmente, quase não existe tempo de espera.

Dado que estas análises foram realizadas numa fase final de estudo, e apesar de comprovada a sua eficácia, é importante referir que, ainda assim, não foi possível implementar mudanças no período em causa – situação que impediu também a recolha de resultados. Contudo, os dados apurados foram apresentados à organização, em conjunto com a sugestão de implementação imediata das medidas respetivas. O facto de a medida não acarretar investimento financeiro extra, aliado ao historial positivo das medidas anteriormente implementadas, fez com que a Elis

demonstrasse total interesse em seguir esta nova via de atuação na quantificação das peças pré-lavagem.

Melhoria das células da Máquina D5

Tal como anteriormente referido, o processo de dobragem das peças (já lavadas e secas) é efetuado por cinco “Máquinas Dobradoras”. Quatro destas possuem a capacidade de identificar o método de dobragem, sendo capazes de analisar as características de cada peça introduzida pela colaboradora introdutora.

No entanto, a quinta máquina (D5), – destinada também a desempenhar a função de dobragem – por não ser do mesmo modelo que as restantes, apresenta características que não permite a deteção do tipo de roupa a dobrar de forma autónoma, exigindo intervenção humana.

A diferença desta máquina está relacionada com a superfície de alimentação: a máquina D5 apresenta quatro células, cuja finalidade é a programação para métodos de dobragem diferentes. Estas quatro células, com distanciamento entre si, são distinguidas visualmente em margens, estando identificado a qual método de dobragem pertencem. Dado este distanciamento, a primeira margem está mais próxima do interior da máquina, seguindo-se a 2ª, 3ª e a 4ª (esta última, a mais distante de todas), percorrendo uma maior distância no tapete.

Destas quatro células, é apenas necessária a utilização de três com os seguintes fins:

- Dobragem de toalhas de banhos;
- Dobragem de toalhas de rostos;
- Dobragem de tapetes de banhos.

Atualmente, a célula sem funcionalidade é a primeira (mais próxima do interior da máquina), ou seja, aquela com capacidade de expedir, em menor tempo, as peças dobradas, seguindo-se as restantes programadas com a seguinte sequência:

- 2ª célula – dobragem de toalhas de banho;
- 3ª célula – dobragem de tapetes de banho;
- 4ª célula – dobragem de toalhas de rosto.

Na Figura 3.19 está ilustrado o *layout* atual das células da máquina dobradora 5.

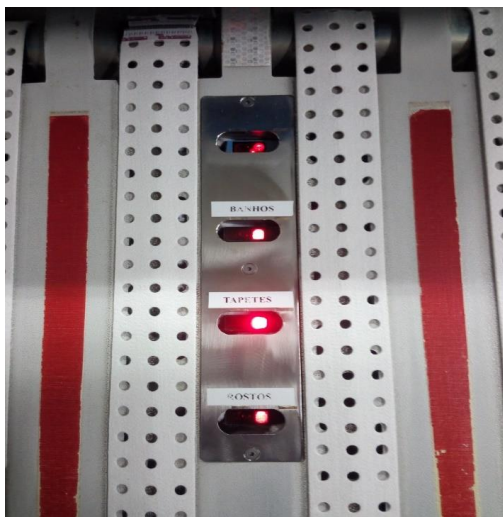


Figura 3.19 - *Layout* atual células da D5

Com a finalidade de melhorar alguns pontos percentuais do OEE desta máquina, propõe-se a formatação de todas as células de forma a que:

- (1) a célula não utilizada passe a ser a quarta (a mais distante);
- (2) à primeira seja atribuída a funcionalidade de dobragem das peças que surgem em maior taxa de rotação ("Banhos");
- (3) à segunda célula seja atribuída a coleção "Rostos";
- (4) e, à terceira, a categoria "Tapetes", tipo de r com menor taxa de rotação. Assim, a célula mais distante (e, por isso, com menor capacidade de rapidez), fica inutilizável (Figura 3.20).

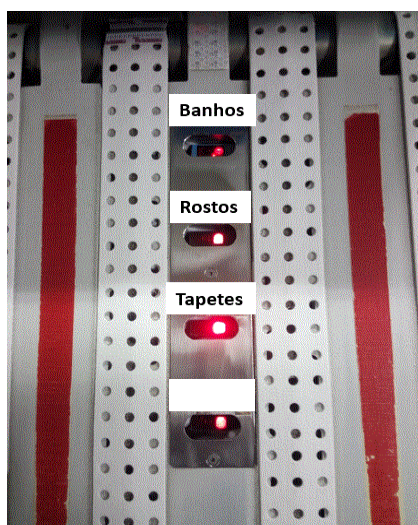


Figura 3.20 - Proposta de *Layout* das células da D5

Estima-se que os resultados desta mudança sejam, à partida, imediatamente sentidos, mesmo que em poucos valores percentuais, já que o tempo de ciclo das peças dentro da máquina passará a ser menor.

3.5. Discussão de Resultados

O presente subcapítulo pretende apresentar e discutir os resultados obtidos com as melhorias implementadas bem como o impacto que as melhorias tiveram na produtividade da seção alvo de estudo.

Assim, passamos agora à quantificação dos valores que traduzem a realidade desta seção na linha de produção e à análise do respetivo impacto na organização. Importa referir que se considerou importante obter um histórico da eficiência das máquinas dobradoras para a realização da investigação. Assim, e numa primeira fase, é relevante observar os valores registados durante o mês de janeiro – tendo o estudo sido iniciado na oitava semana do ano, nomeada como “Semana 8”.

A tabela 6.1 apresenta os valores referidos relativamente ao mês de janeiro:

Tabela 3.6 - Resumo do mês de janeiro

JANEIRO	OEE (%)	APELIDOS ORGANIZACIONAIS (%)	MUDANÇA SÉRIE (%)	INTRODUÇÃO RECEÇÃO (%)
D1	65,10	19,00	10,91	2,51
D2	58,30	18,60	11,13	2,76
D3	59,80	16,00	6,69	2,57
D4	58,80	18,90	6,68	3,04
D5	62,0	25,20	16,19	3,71
\bar{X}	60,80	19,54	10,32	2,92

De acordo com estes dados, o panorama da empresa no mês de janeiro representava um OEE de cerca de 60%, com paragens de máquina de 19,5% (“Mudanças de Série” - 10,32%; e “introdução na receção” - 2.92%).

Para verificação dos resultados desta linha de produção, através da figura 5.1, apresenta-se a evolução dos resultados das melhorias implementadas ao longo das semanas 8 a 18.

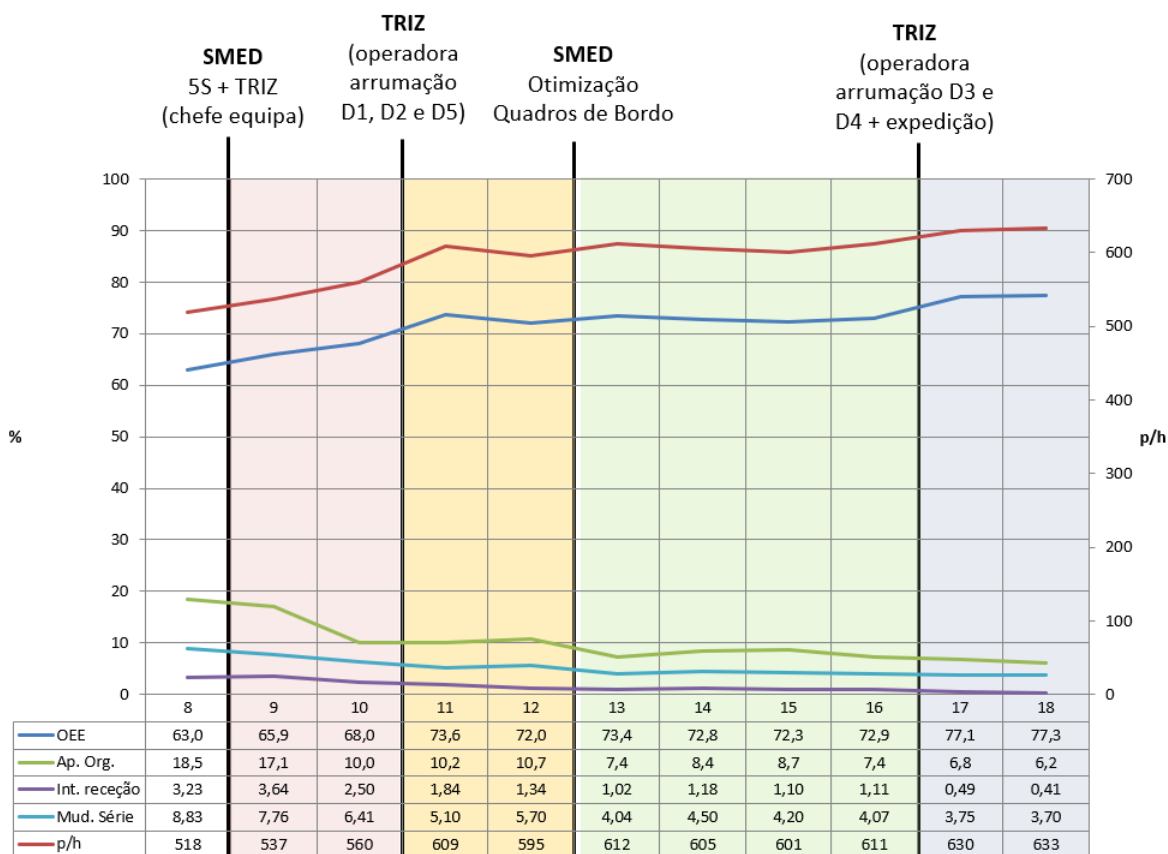


Figura 3.21 - Representação gráfica dos resultados obtidos

A metodologia SMED conjuntamente com a ferramenta 5S, (consideradas como as mais importantes durante o trabalho desenvolvido na empresa), foram implementadas com sucesso. Estas permitiram um decréscimo significativo do apelido organizacional “Mudanças de Série”, tendo a sua implementação ocorrido com maior foco nas primeiras duas semanas de alterações – nas semanas seguintes optou-se por apenas controlar e ajustar os procedimentos. Com o objetivo de aumentar os valores do OEE, a ferramenta trouxe duas grandes vantagens ao processo: facilidade e rapidez no acesso ao material pretendido.

Na semana 11, com auxílio da ferramenta TRIZ, modificou-se o sistema de arrumação de roupa das dobradoras D1, D2 e D5. Foi também neste momento que se eliminou a necessidade de auxílio por parte das operadoras introdutoras no processo de arrumação, através da introdução de uma nova operária. Esta alteração focou-se na reorganização dos operadores nos processos de dobragem e arrumação, definindo novas posições de trabalho, com o objetivo de aumentar a eficácia. Assim, foi possível verificar um aumento significativo do OEE e um decréscimo do apelido organizacional “Introdução na Receção”.

Com a programação dos atalhos dos quadros de bordo das dobradoras seguindo os princípios da gestão visual, na semana 13, foi notório o impacto obtido no aumento do OEE. Esta medida permitiu expandir a diminuição do apelido organizacional “Mudanças de Série”.

Já na semana 17, e mais uma vez com auxílio da ferramenta TRIZ, realizaram-se as seguintes alterações: (1) modificação do sistema de arrumação das dobradoras D3 e D4; (2) atribuição da tarefa de arrumação a uma nova operária, introduzida ao sistema para dividir a carga de trabalho entre o apoio a esta tarefa e à expedição. Esta alteração, permitiu às máquinas dobradoras um aumento do OEE, vindo também facilitar a comunicação entre os processos de arrumação e expedição.

Conforme verificado, a utilização conjunta das ferramentas acima referidas, permitiu o decréscimo dos apelidos organizacionais de cerca de 19% para 6,2%. O Apelido Organizacional que mais influenciava estes valores (“Mudança de Série”) decresceu de 10% (valor de janeiro) para 3,7%, uma descida percentual de mais de 50%.

Relativamente ao segundo apelido organizacional mais prejudicial para o OEE, “Introdução na Receção”, que inicialmente apresentava cerca de 3%, passou a ser, na semana 18, de apenas 0,4%, o que indica uma descida percentual de 87%.

Com a diminuição destas paragens de produção, foi possível verificar um aumento de produção significativo: de cerca de 520 peças por hora, por máquina, para 630 peças por hora, por máquina. Estes valores traduziram-se num aumento do OEE de cerca de 60% para 77%, tal como era objetivo deste estudo.

Uma vez que se tratam de cinco máquinas, considera-se fazer sentido quantificar, em termos de peças por hora, esta linha de produção. A Figura 3.22 apresenta a evolução dos resultados em peças por hora das cinco máquinas em simultâneo.

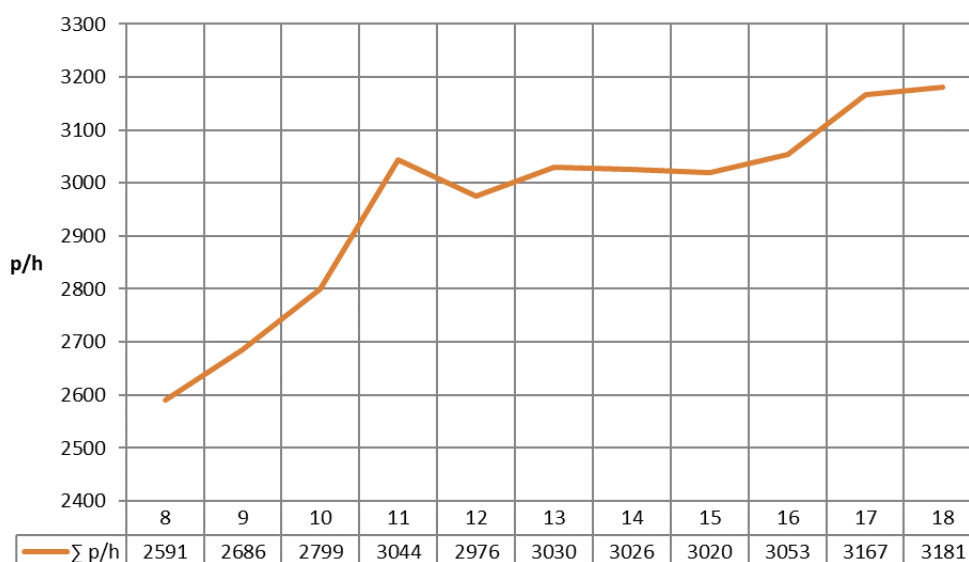


Figura 3.22 - Representação gráfica dos resultados obtidos do somatório das cinco máquinas

Este aumento traduziu-se num marco histórico de 3180 peças por hora (inicialmente o valor estava nos 2590), podendo, assim, afirmar-se que se conseguiu, sem o investimento que acarretaria ter uma unidade extra, alcançar uma produção equivalente a mais uma máquina de trabalho.

4. Conclusão e trabalhos futuros

Neste capítulo é apresentado as conclusões do trabalho realizado como também é apresentado trabalhos futuros a desenvolver pela empresa.

A economia atual assume-se como um terreno fértil para a concorrência. Uma mentalidade empresarial competitiva, o aumento dos recursos e o avanço tecnológico e social assumem-se como elementos que contribuem para a repartição do foco estratégico numa espécie de trilogia organizacional: (1) constante melhoria; (2) inovação; e (3) eliminação de custos (especialmente aqueles classificados como “desperdício”). Ao longo desta dissertação, foi possível verificar a importância da aplicação das ferramentas *Lean* e TRIZ em contextos de melhoria das organizações, constituindo-se estas como soluções essenciais na eficácia e eficiência dos processos, diretamente relacionados com o OEE.

O principal objetivo deste estudo passava pelo aumento de produtividade das máquinas dobradoras. Através da filosofia *Lean*, utilizando o indicador OEE, foi possível: (1) determinar a eficiência da linha em estudo; (2) identificar os desperdícios mais relevantes no respetivo processo.

Por intermédio do desenvolvimento, implementação e validação de um modelo com a utilização da filosofia *Lean*, mais concretamente a ferramenta SMED conjunta com a metodologia 5S e gestão visual, aliadas à ferramenta TRIZ, a análise substância-campo, procedeu-se à implementação de um conjunto de medidas que permitiram diminuir os tempos que mais contribuíam para o baixo valor do OEE das máquinas – nomeadamente os tempos de paragens nomeados como “mudança de série” e “introdução na receção” e conclui-se que todos os objetivos foram cumpridos com sucesso.

A ferramenta SMED e metodologia 5S do *Lean* e a análise substância-campo do TRIZ, tornaram-se indispensáveis para uma melhor organização no ambiente industrial, garantindo o aumento da produtividade da linha de produção de 60% para 77%, pelo que devem ser aplicados a outras seções da fábrica.

Os resultados obtidos, tornam as medidas implementadas essenciais para o funcionamento otimizado da organização. Com a familiarização, através da entrada das mudanças nas rotinas dos colaboradores, prevê-se uma dinâmica capaz de aumentar os resultados e a qualidade no ambiente de trabalho. Adicionalmente, importa referir que um nível elevado de satisfação do tecido humano da empresa se reflete num maior envolvimento na organização e, consequentemente, na obtenção de resultados a curto, médio e longo prazo.

A mudança, ainda que exigente e, por vezes, difícil, é necessária. Na senda da adaptabilidade encontram-se melhorias que ultrapassam a eficácia de conceitos como “tradicional” ou “rígido”. Por este motivo, sentimos ser possível afirmar que os métodos utilizados – filosofias *Lean* e metodologia TRIZ – permitiram detetar, de forma metódica e objetiva, o núcleo problemático e,

consequentemente, definir soluções práticas. Desta forma, concluímos que as escolhas tomadas ao longo da investigação – tanto a nível metodológico, como prático – contribuíram para a criação de uma realidade laboral com menos obstáculos, rotinas mais otimizadas e melhores resultados.

Foram ainda propostas algumas melhorias, tais como o aproveitamento da capacidade do túnel de lavagem dos “turcos” e alteração das células da D5, que não foram implementadas no decorrer do estudo, mas que apesar de não abrangerem nenhum investimento, devem ser aplicadas no imediato de forma a diminuir/eliminar desperdícios encontrados.

4.1 Propostas para trabalhos futuros

Dada a necessidade de existência de espaço entre as máquinas de secagem e as máquinas de dobragem, a deslocação, neste contexto, é realizada através de ação humana. Tendo em conta o processo de troca e movimentação de banheiras e a forma como estas tarefas são repetidas várias vezes ao longo de cada turno, é imperativo referir o efeito nefasto que a fadiga pode ter neste contexto. Quem realiza esta função acaba por ter que lidar com este elemento negativo, responsável por provocar não só cansaço, mas também uma possível frustração – condições que podem ter, como sabemos, um impacto direto na produtividade e qualidade do serviço.

Neste contexto, sugere-se à empresa a implementação de um tapete automático, de forma a fazer uma ponte entre os processos de secagem e dobragem, eliminando a necessidade de mão humana. Esta medida tem como objetivo não só libertar a colaboradora em questão, a fim de esta poder atuar noutras funções, mas, também, o manter de um nível competitivo elevado. Um processo automatizado daria melhor resposta à função, diminuindo o número de falhas, aumentando a rapidez do sistema e contribuindo para a diminuição da fadiga.

Referências Bibliográficas

Altshuller, G. (1995). Creativity as an Exact Science: The Theory of The Solution of Inventive Problems. Gordon and Breach Publishers.

Altshuller, G. (1999). Tools of Classical TRIZ. Ideation International Incorporated.

Altshuller, G. (2002). 40 Principles - TRIZ Keys to Technical Innovation. Worchester: Technical Innovation Center.

Altshuller, G. (2007). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity. Translated and edited by Lev Shulyak and Steve Rodman. Worchester: Technical Innovation Center.

Aoussat, A., Cavallucci, D., Trela, M. & Duflou, J. (Ed.) (2013). Proceedings of the 13th ETRIA World TRIZ Future Conference 2013, Paris: The European TRIZ Association.

Bacci, M., Sugai, M. & Novaski, O. (2005.) Proposta de modelo de tomada de decisão para aplicação da metodologia SMED. XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil.

Brook, Q. (2010). *Lean Six Sigma & Minitab: The Complete Toolbox Guide for all Lean Six Sigma Practitioners*. OPEX Resources Ltd. United Kingdom: Winchester.

Edwards, F. & Starr, A. (2010). Evaluation of overall equipment effectiveness based on market. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, pp. 256-270.

Fey, R. & Rivin, I. (1997). The Science of Innovation: A Managerial Overview of TRIZ Methodology. Southfield: TRIZ Group.

Gadd, K. (2011). TRIZ For Engineers: Enabling Inventive Problem Solving. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.

Galley, M., 2012. *Improving on the Fishbone - Effective Cause-and-effect Analysis: Cause Mapping*. Disponível em: www.fishbonerootcauseanalysis.com, consultado em 05-01-2018.

Garcia, R. (2007), Aplicação da Análise Modal de Falhas e Efeitos ao Processo de Repintura Automóvel, Projecto Final de Curso em Engenharia e Gestão Industrial, FCT/UNL, Monte de Caparica.

Ilevbare, I., Probert, D. & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. In: *Technovation* 33, pp. 30-37.

Kracik, J. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30 (1), pp. 41–52.

Kurosawa, S. (2014). "Eight Key Ideas of TRIZ." in 10th TRIZ Symposium 2014. Waseda University, Tokyo, Japan.

Lambert, D.; Stocke, J. & Ellram, L. (1998). Fundamentals of logistics management. Nova Iorque: McGraw-Hill.

Liker, J. (1998). *Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers*. Portland, Oregon: Productivity Press.

Machado, V., & Navas, H. (2010). Usage of TRIZ Methodology in a Lean Management Environment. 10th ETRIA World TRIZ Future Conference 2010. Bergamo, Italy.

- Marchwinski, C., & Shook, J. (2003). *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers* (5th Edition., p. 98). Lean Enterprise Institute.
- Melo, L., & Silva, M. (2010). XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Uma Solução para organização: Programa 5S. São Carlos, SP, Brasil
- Melton, T. (2005). *The Benefits of Lean Manufacturing, What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Chester: MIME Solutions Ltd.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System - An Integrated Approach to Just-In-Time*. Atlanta: Institute of Industrial Engineers.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. 1ªedição. Cambridge: Productivity Press.
- Navas, H. (2011) *Inovação sistemática e manutenção Lean*. Manutenção, pp. 73-75.
- Navas, H. (2013a). *TRIZ - Uma metodologia para resolução de problemas*. Guia de Empresas Certificadas, pp. 28-32.
- Navas, H. (2013b). *TRIZ: Design Problem with Systematic Innovation*. In Denis A. Coelho (Ed.) *Advances in Industrial Design Engineering*. InTech, pp. 65-97
- Navas, H. (2014a). *Radical and Systematic Eco-innovation with TRIZ Methodology*. In S. G. Azevedo, M. Brandenburg, H. Carvalho, & V. C. Machado, *Eco-Innovation and the Development of Business Models*. Springer, pp. 81-95.
- Navas, H. (2014b). *Fundamentos Do TRIZ - Parte VII - Modelo Substância-Campo*. Inovação & Empreendedorismo, Newsletter no 57 - Dezembro 2014 - Vida Económica.
- Navas, H., & Machado, V. (2011). *Resolução Criativa de Problemas com a Metodologia TRIZ num Ambiente Lean*. 10º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica (CIBEM10). Porto, Portugal.
- Navas, H., & Machado, V. (2013a). *Systematic Innovation for Lean Supply Chain Management*. 22nd International Conference on Production Research. Cataratas do Iguaçu.
- Navas, H., & Machado, V. (2013b). *Systematic Innovation in a Lean Management Environment*. 2013 Industrial and Systems Engineering Research Conference. Porto Rico.
- Oakland, J. (2014). *Total Quality Management and Operational Excellence: Text with Cases*, 4th Edition, Routledge.
- Pereira, Z., & Requeijo, J. (2012). *Planeamento e controlo estatístico de processos* (2a edição).
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Edições Lidel.
- Ricky Smith, B. (2004). *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*. Amsterdam: Elsevier.
- Ross, G., (2013). *The Spaghetti Diagram*. *Leankaizen Ltd*. Disponível em <http://www.leankaizen.co.uk/spaghetti-diagram.html>, consultado em 10-11-2017.
- Samuel, H., Dismukes, J., Shi, J., Su, Q., Wang, G., Razzak, M., e Robinson, D. (2002). *Manufacturing system modeling for productivity improvement*. *Journal of Manufacturing Systems*, 21 (4) pp. 249-260.
- San, Y. (2009). *TRIZ - Systematic Innovation in Manufacturing*. Edições F. Sdn. Bhd, 1ªEd.

Savransky, S. (2000). *Engineering of Creativity (Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving)*. New York: CRC Press.

Shingo, S., (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Portland, USA: Productivity Press.

Suzaki, K. (1987). *New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*. New York: Free Press.

Suzaki, K.. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. 1ª edição. Mansores: LeanOp.

Terninko, J., Zusman, A. & Zlotin, B., (1998). *Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ (Theory of Inventing Problem Solving)*. St Lucie Press.

Terninko, J., (2000). *Su-field Analysis*. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/su-field-analysis/>, consultado em 24-09-2017.

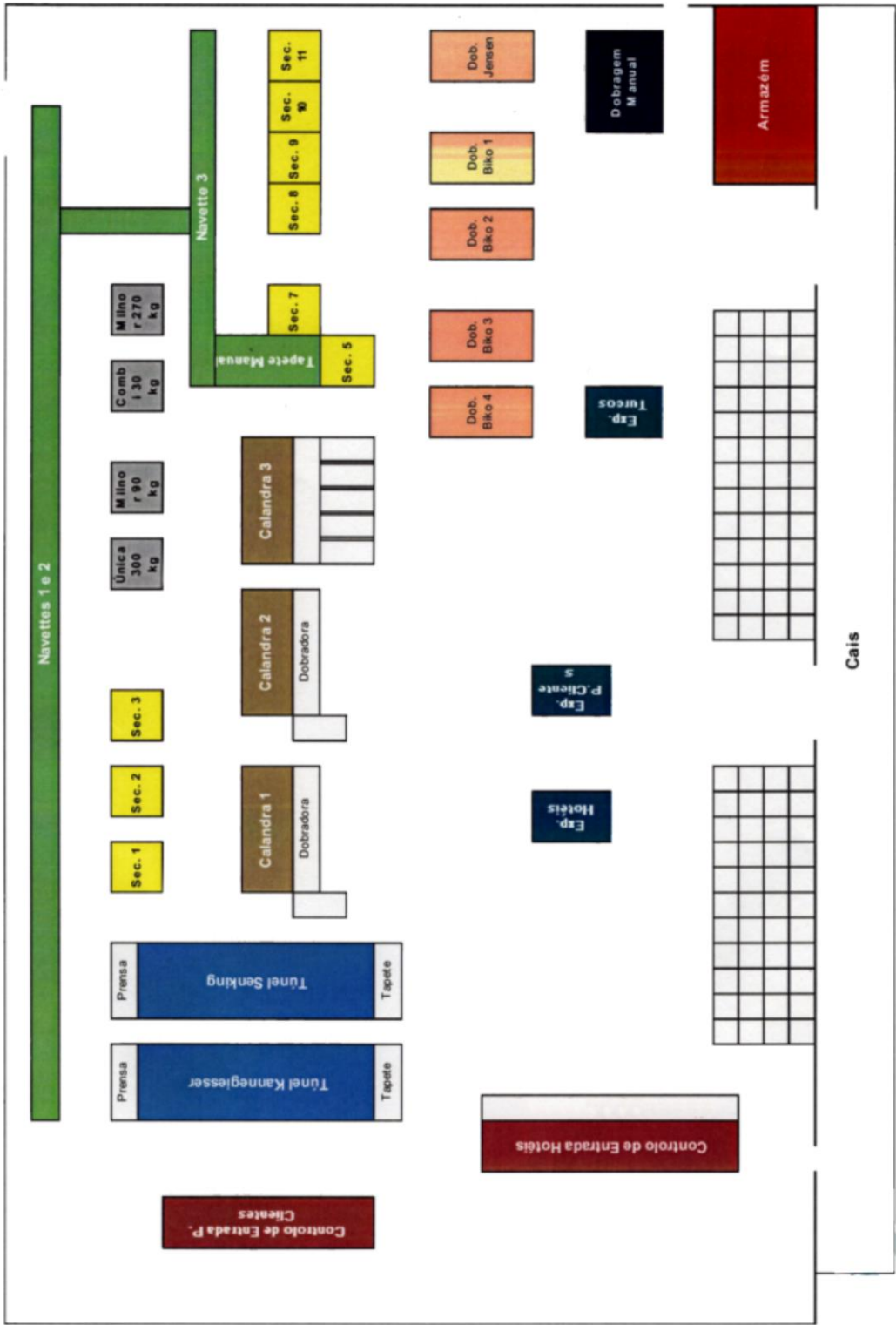
Tsarouhas, P. (2012). *Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: a case study*. International Journal of Production Research, 51 (2) pp. 515-523

Womack, J., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. New York: Free Press.

Anexos

Anexo A - Layout parcial da fábrica



Anexo B - Relatório Semana 8 da Máquina Dobradora 2



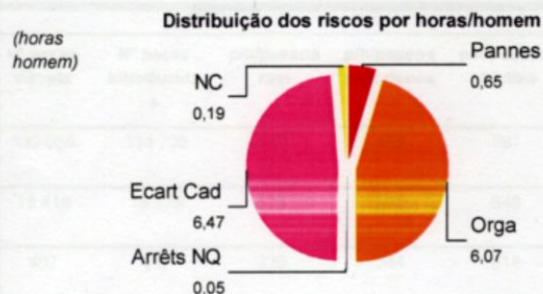
Relatório de produção do 16/02/2015 ao 22/02/2015

Turno : Equipe A

Linha : todas

Equipamento : DOBRADORA 2

TRG	61,9%
Paragens programadas	0,0%
Avarias	1,9%
Apelidos organizacionais	17,5%
Não qualificação	0,2%
Desvios de cadência	22,7%
Não conformidades	0,9%
Potentiel d'optimisation	0,0%

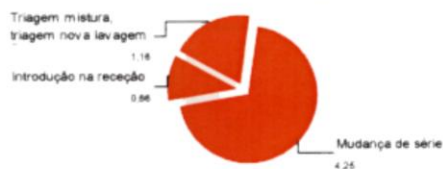


Paragens programadas
(horas homem)

Avarias
(horas homem)

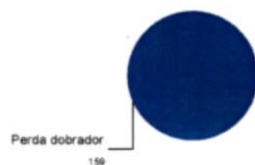


Apelidos organizacionais
(horas homem)



Não conformidades (nº de peças e % em relação ao nº de peças recebidas)

Autres 0,9%



(horas homem)

Anexo C - Diagrama de esparguete

